

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΑΛΚΟΥ, ΣΙΔΗΡΟΥ, ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ,
ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ, ΚΑΔΜΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΛΥΒΔΟΥ
ΣΕ ΕΛΑΦΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πτυχιακή Διατριβή της
ΕΥΑΓΓΕΛΙΑΣ Σ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ

Επιβλέπων καθηγητής:
κ. Ιωάννης Κ. Μήτσιος (Ph.D.)



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 1954/1

Ημερ. Εισ.: 29-09-2003

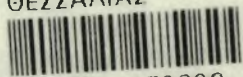
Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ

2000

ΧΡΙ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070309

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΧΑΛΚΟΥ, ΣΙΔΗΡΟΥ, ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ,
ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ, ΚΑΔΜΙΟΥ ΚΑΙ ΜΟΛΥΒΔΟΥ
ΣΕ ΕΛΑΦΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Πτυχιακή Διατριβή της
ΕΥΑΓΓΕΛΙΑΣ Σ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ

Εξεταστική επιτροπή

Ι. Κ. Μήτσιος

(Επιβλέπων καθηγητής)

Χ. Κ. Γούλας

(Μέλος)

Π. Χ. Λόλας

(Μέλος)

ΒΟΛΟΣ 2000

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μετά από αρκετά εκατομμύρια χρόνια ζωής το περιβάλλον στον πλανήτη μας έχει ήδη επιβαρυνθεί σημαντικά από τη μόλυνση και τη ρύπανση, που εμείς οι ίδιοι προκαλούμε. Δημιουργείται καθημερινά ένας ολοένα αυξανόμενος φαύλος κύκλος με τη μόλυνση του αέρα, του εδάφους, του υπεδάφους και των υδάτινων πόρων της Γης. Ένα από τα αντικείμενα με τα οποία ασχολείται η Εδαφολογία είναι η μόλυνση και ρύπανση των εδαφών και ένας από τους σκοπούς της είναι να τονίσει τη σημασία του εδάφους στην ποιότητα του περιβάλλοντος και να προσδιορίσει την έννοια του. Η υποβάθμιση των εδαφών προκλήθηκε στο παρελθόν από άγνοια και από άλλες σκοπιμότητες. Σήμερα, όμως, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη να εκμεταλλευτούμε με σωφροσύνη το έδαφος, καθ' όσον αυτό αποτελεί σημαντικό μέρος του φυσικού περιβάλλοντος. Αυτός είναι και ο λόγος που με ώθησε να ασχοληθώ περισσότερο με το αντικείμενο αυτής της σπουδαίας Επιστήμης, της Εδαφολογίας.

Θέλω να ευχαριστήσω όλους εκείνους που μου συμπαραστάθηκαν και με στήριξαν με το ενδιαφέρον και την αγάπη τους στην προσπάθειά μου. Κυρίως ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου τον σεβαστό Δάσκαλό μου, επιβλέποντα Καθηγητή της εργασίας μου και Διευθυντή του Εργαστηρίου Εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Ιωάννη Κ. Μήτσιο (Ph.D.) για την πολύτιμη βοήθειά του και την καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής αυτής και για το ήθος του που καθόρισε τη στάση μου απέναντι στην Επιστήμη.

Ευχαριστώ τους καθηγητές κ. Χ. Γούλα και κ. Π. Λόλα για τις χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις τους.

Οφείλω να μνημονεύσω ιδιαίτερα την Χημικό και υποψήφια Διδάκτορα κ. Ευαγγελία Γκόλια για τις πολύτιμες συμβουλές της, την φίλη μου και συνάδελφο Γιώτα Δήμου που με στήριξε ηθικά και πρακτικά στην εκπόνηση της διατριβής αυτής και την Ασημένια Κορομηλή που επιμελήθηκε με κόπο και φροντίδα το κείμενο της εργασίας.

Επίσης ευχαριστώ τον Φώτη Γάτσιο, Γεωπόνο και υποψήφιο Διδάκτορα, την Ιωάννα Σταματοπούλου, Γεωπόνο και υποψήφια Διδάκτορα και την Φωτεινή Τσακμάκη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελ.
Εισαγωγή	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
Βαρέα Μέταλλα	5
1. Χαλκός (Cu)	9
2. Ψευδάργυρος (Zn)	10
3. Κάδμιο (Cd)	12
4. Μόλυβδος (Pb)	13
5. Σίδηρος (Fe)	14
6. Μαγγάνιο (Mn)	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
Υλικά και μέθοδοι	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	
Αποτελέσματα – Συζήτηση	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	
Συμπεράσματα	32
Βιβλιογραφία	35
Παράρτημα	37

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βαρέα μέταλλα χαρακτηρίζονται εκείνα τα μέταλλα τα οποία έχουν βάρος μεγαλύτερο από 6 g/cm^3 . Ειδικότερα, από τα 70 περίπου μέταλλα που χαρακτηρίζονται σαν βαρέα, αυξημένο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα 20 από αυτά τα οποία στην πλειοψηφία τους θεωρούνται απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά και τα ζώα, αλλά μπορούν να καταστούν πολύ επικίνδυνα σε υψηλές συγκεντρώσεις. Τα βαρέα μέταλλα αποτελούν πηγή επιβάρυνσης και αρκετές φορές πηγή μόλυνσης για το περιβάλλον. Τα βαρέα μέταλλα στην πλειοψηφία τους είναι τοξικά και έχουν ως πηγές προέλευσης: τα ορυκτά του εδάφους, τη Βιομηχανία, Συγκοινωνία, τα φωσφορικά λιπάσματα αλλά και τα φυτοφάρμακα.

Τα είδη της οικογένειας Solanaceae έχουν την ιδιότητα να απορροφούν και να συσσωρεύουν στα φύλλα τους και στους παραγόμενους καρπούς τους τα βαρέα μέταλλα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αποτελεί πρόβλημα η καλλιέργεια των φυτών αυτών σε περιοχές όπου υπόκεινται σε υψηλή ατμοσφαιρική ρύπανση. Η συγκέντρωση των μετάλλων στα φυτά δεν εξαρτάται μόνο από τη συγκέντρωσή τους στο έδαφος αλλά και από πολλούς άλλους παράγοντες με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σταθερή σχέση ανάμεσα στην συγκέντρωση των μετάλλων στο έδαφος και στα φυτά.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι ο προσδιορισμός της διαθεσιμότητας των βαρέων μετάλλων καδμίου, μολύβδου, χαλκού, ψευδαργύρου, σιδήρου και μαγγανίου σε γεωργικά εδάφη στα οποία καλλιεργείται καπνός, στους νόμους Καρδίτσας, Λάρισας και Τρικάλων της Θεσσαλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Ένα από τα προβλήματα περιβάλλοντος στον αγροτικό χώρο, αποτελεί η ρύπανση των γεωργικών εδαφών και των παραγόμενων προϊόντων, από εξωγεωργικές δραστηριότητες (βιομηχανίες, συγκοινωνίες, μεταλλεία, λατομεία κ.α.). Μεταξύ των διαφόρων ρυπαντών, που προέρχονται από τις παραπάνω δραστηριότητες, σημαντικό ρόλο παίζουν τα βαρέα μέταλλα. Απασχολούν έντονα τόσο τους αρμόδιους για τη Γεωργία, το Περιβάλλον και τη Δημόσια Υγεία, Διεθνείς Οργανισμούς (FAO, UNEP, UNESCO, WHO) όσο και τους υπευθύνους για το Περιβάλλον και την Υγεία φορείς κάθε χώρας, Πανεπιστήμια και πολλά Ιδρύματα Ερεύνης και μέσα ενημέρωσης.

Τα βαρέα μέταλλα στο σύνολό τους θεωρούνται γενικά τοξικά για τον άνθρωπο και τα ζώα όταν η συγκέντρωση αυτών υπερβεί μια κρίσιμη τιμή. Οι πηγές εισόδου στον άνθρωπο και τα ζώα είναι οι τροφές αυτών όταν περιέχουν μεγάλες ποσότητες βαρέων μετάλλων π.χ. λαχανικά κ.λ.π. (Diel 1972, Thron 1981). Ειδικότερα, από τα 70 περίπου μέταλλα που χαρακτηρίζονται σαν βαρέα (βάρος > 6 g/cm³), αυξημένο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα 20 από αυτά τα οποία στην πλειοψηφία τους θεωρούνται απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά και τα ζώα, αλλά μπορούν να καταστούν πολύ επικίνδυνα σε υψηλές συγκεντρώσεις (πίνακας 1).

Πίνακας 1: Οικολογική ταξινόμηση των σημαντικότερων βαρέων μετάλλων (Davies 1980)

Στοιχείο	Απαραίτητο για Ζώα - Φυτά	Γνωστό ως ρυπαντής	Στοιχείο	Απαραίτητο για Ζώα - Φυτά	Γνωστό ως ρυπαντής
Ag Άργυρος	-	P	Ni Νικέλιο	A	P
Cd Κάδμιο	-	P	Pt Λευκόχρυσος	-	-
Cr Χρώμιο	A	P	Tl Θάλλιο	-	P
Co Κοβάλτιο	A	P	Th Θόριο	-	P
Cu Χαλκός	A	P	Sn Κασσίτερος	A	P
Fe Σίδηρος	A	P	U Ουράνιο	-	P
Hg Υδράργυρος	-	P	V Βανάδιο	A	-
Mn Μαγγάνιο	A	-	W Βολφράμιο	A	P
Pb Μόλυβδος	-	P	Zn Ψευδάργυρος	A	P
Mo Μολυβδαίνιο	A	P	Zr Ζιρκόνιο	-	-

A = Απαραίτητο για φυτά και ζώα

P = Ρυπαντής

Τα βαρέα μέταλλα έχουν ως πηγές προέλευσης: τα ορυκτά του εδάφους, τις ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως εκτεταμένη χρήση φωσφορικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων πιθανώς διάφορα αγροχημικά, η χρήση των καυσίμων, η φθορά των αυτοκινήτων και οι αυξανόμενες ποσότητες των αστικών και βιομηχανικών λυμάτων (Frigberg et al. 1974; Street et al 1977; Williams & David 1976). Τα φυτά που καλλιεργούνται σε εδάφη που έχουν υποστεί ρύπανση από βαρέα μέταλλα προσλαμβάνουν ποσότητες βαρέων μετάλλων και συσσωρεύονται σ'αυτά (π.χ.στις ρίζες, στα φύλλα, τους καρπούς και τους σπόρους).

Από περιβαλλοντική, τοξικολογική άποψη τα στοιχεία αυτά κατατάσσονται σε τρεις διαφορετικές ομάδες (πίνακας 2).

Πίνακας 2: Κατάταξη των μετάλλων ανάλογα με την περιβαλλοντική τοξικολογική τους σημασία (Bertram 1978)

Α ΟΜΑΔΑ		Β ΟΜΑΔΑ		Γ ΟΜΑΔΑ	
Αργίλιο	Al**	Αρσενικό	As*	Μόλυβδος	Pb
Κοβάλτιο	Co	Βηρύλιο	Be	Κάδμιο	Cd
Χαλκός	Cu	Χρώμιο	Cr	Υδράργυρος	Hg
Μαγγάνιο	Mn	Νικέλιο	Ni	Θάλλιο	Tl
Μολυβδαίνιο	Mo	Πολώνιο	Po*		
Σελήνιο	Se				
Τιτάνιο	Ti				
Βανάδιο	V				
Κασσίτερος	Sn				
Ψευδάργυρος	Zn				

* = Ελαφρύ μέταλλο

** = Μεταλλοειδή

Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται τα μέταλλα Al, Co, Cu, Mn, Mo, Se, Ti, V, Sn και Zn που από περιβαλλοντικής και τοξικολογικής άποψης θεωρούνται λιγότερο σημαντικά, είτε γιατί η ρύπανση του περιβάλλοντος με αυτά περιορίζεται τοπικά, είτε γιατί σε μικροποσότητες είναι απαραίτητα στ φυτά, τα ζώα και τους διάφορους μικροοργανισμούς (Bertram 1978, Tiller 1989).

Από τον πίνακα 2 τα στοιχεία της δεύτερης ομάδας As, Be, Cr, Ni, Po χαρακτηρίζονται από καρκινογόνο και ραδιενεργό δράση (Betram 1978, Rhode 1975, U.B.A 1976), ενώ στην τρίτη ομάδα περιλαμβάνονται τα σημαντικότερα από περιβαλλοντική - τοξικολογική άποψη στοιχεία Pb, Hg, Cd και Tl και ιδιαίτερα τα μέταλλα Pb, Cd και Hg (Betram 1978, Clausen 1979, Sonneborn 1981, Umweltbundesamt 3/1976, U .B .A. 4/1977).

Τα παραπάνω μέταλλα της τρίτης ομάδας, εκτός από την τοξική δράση στον ανθρώπινο οργανισμό, επηρεάζουν αρνητικά, τόσο την ποιότητα των παραγομένων φυτικών προϊόντων (Daview 1980, Foroughi et al. 1974, Garber 1974, Kloke 1986, Min.f.Ag.Ges. und Soz. 1975, U.B.A. 1976, U.B.A. 4/1977), όσο και τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής. Οι συνέπειες αυτές προκαλούνται και από χαμηλές συγκεντρώσεις των στοιχείων αυτών. Στους πίνακες 3 και 4 παρουσιάζονται οι ανώτατες οριακές συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στο έδαφος και στο νερό άρδευσης αντίστοιχα.

Πίνακας 3. Οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στο έδαφος ΦΕΚ 641/7.8.1991

Βαρέα μέταλλα	Οριακές τιμές mg/Kg Ξηράς Ουσίας (pH 6-7)
Κάδμιο	1 ως 3
Χαλκός	50 ως 140
Νικέλιο	30 ως 75
Μόλυβδος	50 ως 300
Ψευδάργυρος	150 ως 300
Υδράργυρος	1 ως 1,5
Χρώμιο	-

* Σημείωση: Οι τιμές του παραπάνω πίνακα αναφέρονται στις ποσότητες των βαρέων μετάλλων (ολικές ποσότητες) που εκχυλίζονται χρησιμοποιώντας ως εκχυλιστικό μέσο, διάλυμα aqua regia

Πίνακας 4: Μέγιστες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο νερό άρδευσης χωρίς να προκαλούν ρύπανση στο έδαφος (National Academy of Sciences and National Academy of Engineering, U. S. A., 1972)

Στοιχείο	Μέγιστη συγκέντρωση (mg/L)
Κάδμιο, Cd	0,01
Χαλκός, Cu	0,2
Σίδηρος, Fe	5,0
Μαγγάνιο, Mn	0,20
Ψευδάργυρος, Zn	2,0
Μόλυβδος, Pb	5,0

Διάφορες μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί με σκοπό να προσδιοριστούν οι ποσότητες των βαρέων μετάλλων στα εδάφη. Μια από αυτές, είναι η μέθοδος η οποία χρησιμοποιεί ως εκχυλιστικό μέσο, διάλυμα aqua regia. Το aqua regia παρασκευάζεται ως εξής: Σε 120 mL αποσταγμένου νερού προστίθενται 130 mL HCl (αναλυτικής καθαρότητας, 36% m/m) και γίνεται. Από το παραπάνω διάλυμα παίρνονται 150 mL και τα προσθέτουμε σε 50 mL HNO₃ (αναλυτικής καθαρότητας, 70% m/m). Το τελευταίο διάλυμα είναι το aqua regia. Η παραπάνω μέθοδος υπολογίζει τις ολικές ποσότητες των μετάλλων που βρίσκονται στο έδαφος. Οι ολικές ποσότητες των μετάλλων όμως δεν είναι και διαθέσιμες για τα φυτά. Έτσι κρίνεται απαραίτητος ο προσδιορισμός των διαθεσίμων ποσοτήτων των μετάλλων στο έδαφος.

Η πιο συνήθης μέθοδος εκχυλίσεως των διαθεσίμων ποσοτήτων των βαρέων μετάλλων είναι η προταθείσα από τους Lindsay και Norvell (1978) η οποία χρησιμοποιεί ως εκχυλιστικό το DTPA (Diethylene - Triamine - Penta - Acetic Acid), το οποίο επιτρέπει τον ταυτόχρονο προσδιορισμό των Fe, Cu, Zn, Mn, Cd και Pb. Η μέθοδος του DTPA αναπτύχθηκε για χρήση σε ασβεστούχα εδάφη, άλλα λαμβάνοντας υπόψη το εδαφικό pH στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων η μέθοδος του DTPA είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό της διαθεσιμότητας των ιχνοστοιχείων σε όξινα εδάφη όπου οι τιμές του pH βρίσκονται αρκετά κάτω από το εύρος του pH για το οποίο η μέθοδος του DTPA προτάθηκε (Haq and Miller, 1972). Η επιλογή του DTPA έγινε με βάση το γεγονός ότι γίνεται, όπως αναφέραμε, εκλεκτικά ταυτόχρονα συμπλοκοποίηση Fe, Mn, Zn και Cu. Παρόλα αυτά

διαπιστώθηκε ότι οι σταθερές για το Ni και το Cd είναι εξίσου ικανοποιητικές και για τα στοιχεία αυτά.

Η ύπαρξη του διαλύματος χλωριούχου ασβεστίου (0.01 M) στο διάλυμα του DTPA επιτρέπει την επίτευξη ισορροπίας ανάμεσα στην ιοντική μορφή του ασβεστίου και του ανθρακικού ασβεστίου, του οποίου περιορίζει την διαλυτότητα. Το $pH = 7.3$ σταθεροποιείται με τη χρήση του TEA (τριαιθανολαμίνη) και ταυτόχρονα εμποδίζεται η διάλυση των συνυπαρχόντων βαρέων μετάλλων, η οποία αυξάνεται σε υψηλότερες τιμές pH . Το TEA (τριαιθανολαμίνη) χρησιμοποιείται επειδή έχει $pK_a = 7.8$ και επίσης επειδή καίγεται κατά τη διάρκεια της ανάλυσης με Ατομική Απορρόφηση.

Στο εκχυλιστικό μέσο το DTPA δεσμεύεται από το ασβέστιο. Στην τιμή $pH = 7.3$ περίπου τα τρία τέταρτα του TEA βρίσκονται σε κατάσταση ιονισμού.

Με την προσθήκη του εκχυλιστικού στα εδάφη, ελευθερώνεται στο διάλυμα μεγάλο ποσοστό των ιόντων Ca και Mg γιατί η ιονισμένη μορφή του TEA ανταλλάσσεται με τα ιόντα Ca και Mg που βρίσκονται σε θέσεις ιονανταλλαγής. Αυτό το φαινόμενο της ιονανταλλαγής, συνήθως αυξάνει την συγκέντρωση του ιονικού ασβεστίου κατά 2 ή 3 φορές και ελαττώνει τη διάλυση του $CaCO_3$ στα αλκαλικά εδάφη.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των διαθέσιμων ποσοτήτων των μετάλλων γίνεται στα εκχυλίσματα των εδαφών με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου Ατομικής Απορρόφησης.

1. Χαλκός (Cu)

Ο χαλκός είναι ένα από τα πιο σπουδαία μικροστοιχεία και η μη ύπαρξή του στα εδάφη είναι δυνατόν να προκαλέσει αναστολή της αναπτύξεως, μείωση των αποδόσεων και σε μερικές περιπτώσεις ακόμη και νέκρωση των φυτών. Μερικές χημικές μέθοδοι έχουν προταθεί σαν δείκτες διαθεσιμότητας του Cu για να κάνουν δυνατή την πρόβλεψη έλλειψης για την ανάπτυξη των φυτών.

Ο Cu απαντάται στα βασικά ορυκτά και κατακρημνίζεται με υδροξείδια, φωσφορικά, ανθρακικά και πυριτικά άλατα για να γίνει συστατικό του άμορφου κλάσματος των εδαφών. Ο Cu (καθώς και ο Zn) έχει βρεθεί να υπάρχει σε οκταεδρικό συντονισμό με ορυκτά πηλού. Ο Cu απαντάται συνήθως στα μείγματα με δύο σθένη, είτε με +1 είτε με +2. Γενικά η μορφή +1 απαντάται πιο συχνά σε αξιοσημείωτα βάθη από την επιφάνεια της γης ενώ η +2 μορφή εμφανίζεται κοντά

στην επιφάνεια της γης. Το σθένος είναι δύσκολο να προσδιοριστεί σε ενώσεις όπου ο Cu απαντάται ως δευτερεύων ιχνοστοιχείο και επίσης σε σύμπλοκα που περιέχουν άλλα στοιχεία που το σθένος τους είναι μεταβλητό. Στα διαλύματα η πιο κοινή μορφή του Cu είναι το απλό δισθενές ιόν Cu^{2+} ή ένα από τα αριθμητικά σταθερά σύμπλοκα αυτού του ιόντος. Το ιόν Cu^{1+} είναι ασταθές σε κανονικές θερμοκρασίες. Στα ορυκτά ο Cu απαντάται κυρίως σαν απλά σουλφίδια και των δύο μορφών και σε μια μεγάλη ποικιλία από σύνθετα μεταλλικά σουλφίδια με άλλα μέταλλα. Τα όξινα σουλφίδια του Cu είναι αδιάλυτα. Έχει αποδειχθεί από τους Hodgson et al. (1966) ότι περισσότερος από 98% του Cu σε ένα διάλυμα βρίσκεται σε ένα τύπο οργανικού συμπλόκου υποδηλώνοντας, ότι σε ουδέτερα εδάφη πολύ μικρές ποσότητες Cu^{2+} είναι διαθέσιμες για αντιδράσεις προσρόφησης. Ο Cu (όπως και ο Zn) υπάρχει σαν ανταλλάξιμος και δεσμευμένος στην οργανική ύλη. Η ανεπάρκεια ενός εδάφους σε Cu διορθώνεται με την εφαρμογή λιπασμάτων έτσι ώστε να αποφευχθούν προβλήματα τροφωπενιών τα οποία θα έχουν επίδραση στην ζωτικότητα παραγωγή και ποιότητα των φυτών και των παραγόμενων προϊόντων. Η συνεχής όμως εφαρμογή λιπασμάτων οδηγεί σε συσσώρευση Cu η οποία έχει ως αποτέλεσμα εμφάνιση προβλημάτων τοξικότητας στα καλλιεργούμενα φυτά.

2. Ψευδάργυρος (Zn)

Ο Zn είναι ένα από τα 7 απαραίτητα μικροστοιχεία για τα φυτά. Ο όρος μικροστοιχεία υποδηλώνει ότι απαιτούνται από τα φυτά σε μικροποσότητες σε σχέση με τα μακροστοιχεία. Η έλλειψη τους είναι δυνατόν να προκαλέσει αναστολή της αναπτύξεως, μείωση των αποδόσεων και σε μερικές περιπτώσεις ακόμη και νέκρωση των φυτών, η δε προσθήκη τους, όταν λείπουν, σε πολύ μικρές ποσότητες δίνει θεαματικά αποτελέσματα. Επειδή το όριο μεταξύ επάρκειας και τοξικότητας των μικροστοιχείων είναι στενό η παρουσία τους στα εδάφη σε υψηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα στα φυτά (Brady & Weil, 1996). Ο Zn ανήκει στην ομάδα εκείνη των βαρέων μετάλλων, τα οποία σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι αρκετά επικίνδυνα για τη βιόσφαιρα. Υψηλές συγκεντρώσεις Zn στα εδάφη συνδέονται με υψηλές συγκεντρώσεις στα φυτά με άμεση συνέπεια την τοξική δράση του Zn τόσο στις καλλιέργειες αυτές καθαυτές (μείωση των αποδόσεων, καθυστέρηση της αναπτύξεως, συμπτώματα τοξικότητας στα φύλλα) όσο και στην τροφική αλυσίδα.

Τα φυτά προσλαμβάνουν τον Zn ως δισθενές κατιόν, Zn^{2+} , το οποίο ενεργεί είτε ως συστατικό διαφόρων μέταλλο-ενζύμων είτε ως καταλυτικός παράγοντας στη σύνθεση άλλων ενζύμων (Kiekens, 1995).

Κύριες πηγές προελεύσεως Zn είναι το θειούχο ορυκτό σφαλερίτης (ZnS) καθώς και τα σιδηρομαγνησιακά και πυριτικά ορυκτά (αυγίτης, κεροστίλβη, βιοτίτης κ.α.), η συνήθης περιεκτικότητα των εδαφών σε ολικό Zn είναι 10-300μg/g εδάφους. Ωστόσο σε εδάφη επιβαρημένα με Zn έχουν αναφερθεί συγκεντρώσεις ολικού Zn της τάξεως των αρκετών εκατοντάδων ή και μερικών χιλιάδων μg/g εδάφους. Η παρουσία ωστόσο του εδαφικού Zn οφείλει την προέλευσή της και σε άλλες πηγές, όπως είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, τα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα. Τα καύσιμα των αυτοκινήτων, των κατοικιών και των βιομηχανιών καθώς και τα μεταλλεία εξορύξεως σιδηρούχων μεταλλευμάτων αποτελούν τις βασικές αιτίες ρυπάνσεως του ατμοσφαιρικού αέρα με Zn, ο οποίος στη συνέχεια μεταφέρεται με αέρια ρεύματα και επικάθεται στα εδάφη. Ακόμη η συνεχώς αυξανόμενη τα τελευταία χρόνια χρήση στη γεωργία της ιλύος βιολογικού καθαρισμού των βιομηχανικών και αστικών λυμάτων ως λίπασμα ή ως βελτιωτικού του εδάφους συντελεί στην αύξηση της περιεκτικότητας των εδαφών σε Zn. Η αυξημένη επίσης χρήση των φυτοφαρμάκων και των λιπασμάτων και ειδικά εκείνων, στα οποία ο Zn βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες, συμβάλλει στην αύξηση της συγκεντρώσεως του εδαφικού Zn.

Οι μορφές με τις οποίες εμφανίζεται ο Zn στα εδάφη είναι: ο ανταλλάξιμος, ο υδατοδιαλυτός, ο συνδεδεμένος με την οργανική ουσία, ο έγκλειστος στα ανθρακικά άλατα και στα οξυ-υδροξείδια και ο ευρισκόμενος ως δομικό συστατικό των σουλφιδίων, των πρωτογενών ορυκτών καθώς και των ορυκτών της αργίλου. Οι διαθέσιμες για τα φυτά μορφές Zn κατά κύριο λόγο είναι ο ανταλλάξιμος και ο υδατοδιαλυτός και ορισμένες κατηγορίες οργανικών μορφών (φουλβικά και χουμικά οξέα) (Shuman, 1991). Τόσο τα φυλβικά όσο και τα χουμικά οξέα της οργανικής ουσίας του εδάφους σχηματίζουν σταθερά συμπλοκα με τον Zn μέσω των καρβοξυλικών και φαινολικών τους ομάδων, η δε σταθερότητα των συμπλόκων αυξάνεται αυξανόμενου του pH. Ο σχηματισμός συμπλόκων Zn με τα φυλβικά οξέα, τα οποία ευδιαλυτότερα των συμπλόκων Zn με τα χουμικά οξέα, οδηγεί σε αύξηση της διαθεσιμότητας του Zn. Αντίθετα ο σχηματισμός σταθερών συμπλόκων με τα χουμικά οξέα, τα οποία πολλές φορές είναι αδιάλυτα, οδηγεί σε μείωση της διαθεσιμότητας του Zn. Επομένως ελλείψεις Zn εμφανίζονται συνήθως σε

οργανικάεδάφη (οργανική ουσία >20%), όπου επικρατούν τα χουμικά οξέα (Lindsay, 1972). Η διαθεσιμότητα του εδαφικού Zn εξαρτάται κυρίως από την τιμή του εδαφικού pH, μειούμενη δραστικά με την αύξηση της τιμής του και επομένως ελλείψεις Zn είναι συνηθέστερες σε αλκαλικής αντιδράσεως εδάφη (Lindsay, 1979, 1991). Τα δημητριακά, κριθάρι, σίκαλη, βρώμη, σιτάρι και ρύζι καθώς επίσης και τα γρασίδια είναι φυτά που δεν είναι ευαίσθητα στις τροφοπενίες του Zn. Άλλα καλλιεργούμενα φυτά όπως οι πατάτες, τομάτες, κρεμμύδια, μηδική, σόργο και ζαχαρότευτλα είναι μετρίως ευαίσθητα φυτά στις τροφοπενίες Zn ενώ το καλαμπόκι, λινάρι, σόγια και φασόλια είναι πολύ ευαίσθητα φυτά στις τροφοπενίες του Zn. Επίσης τα οπωροφόρα δένδρα, οι πορτοκαλιές και το αμπέλι είναι πολύ ευαίσθητα στις τροφοπενίες του Zn (Μήτσιος, 2000).

3. Κάδμιο (Cd)

Το Cd είναι ένα από τα πιο τοξικά βαρέα μέταλλα και δεν είναι απαραίτητο στα φυτά ως και στη λειτουργία των βιολογικών οργανισμών. Οι άνθρωποι που εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις του Cd αναπτύσσουν σοβαρές ασθένειες του ουροποιητικού, αναπνευστικού, κυκλοφορικού, πεπτικού και σκελετικού συστήματος (Fasset et al. 1975). Εξαιτίας της ακραίας τοξικότητας του Cd η ρύπανση του περιβάλλοντος είναι μια σημαντική οικολογική υπόθεση (Badich & Stock 1985). Η μεταλλική ρύπανση από Cd αυξάνεται στις αγροτικές περιοχές ως αποτέλεσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων όπως η εκτεταμένη χρήση των φωσφορικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, η χρήση των καυσίμων, η φθορά των αυτοκινήτων και οι αυξανόμενες ποσότητες των αστικών και βιομηχανικών λυμάτων και τα προϊόντα του βιολογικού καθαρισμού (Friberg et al. 1974; Street et al. 1977; Williams & David 1976). Τα φυτά που αναπτύσσονται σε τέτοια ρυπασμένα εδάφη απορροφούν το βαρύ μέταλλο το οποίο συσσωρεύεται σ' αυτά (π.χ. στα φύλλα, στις ρίζες, τους καρπούς και τους σπόρους). Το Cd ως εκ τούτου εισέρχεται στην τροφική αλυσίδα (Chang et al. 1982; Cline & Conner 1984; Hahne & Kroontje 1973; Hinesly et al. 1982). Αυξανόμενης της συγκέντρωσης του Cd στα εδάφη δημιουργούνται οι προϋποθέσεις για ενδεχομένως σημαντικές πηγές ρύπανσης και κινδύνου στο σύστημα έδαφος - φυτό - ζώο (Cast 1976).

Η συγκέντρωση του ολικού Cd σε μη καλλιεργήσιμα και αρύπαντα εδάφη ελέγχεται από τις ποσότητες Cd που βρίσκονται στα μητρικά υλικά. Το περιεχόμενο Cd στα πετρώματα ποικίλλει από 0,017 μg/g σε πυριγενή πετρώματα, μέχρι 2,6 μg/g

σε ιζηματογενή πετρώματα. Για αποστάγματα με νερό στα περισσότερα εδάφη τα οποία δεν έχουν εκτεθεί σε δημοτικά ή βιομηχανικά απόβλητα η συγκέντρωσή του βρίσκεται στην περιοχή των ng/g.

Στα εδάφη σε βιομηχανικές περιοχές συσσωρεύεται Cd πάνω από 100 μg/g. Κάτω από φυσικές συνθήκες η συγκέντρωση του Cd μειώνεται με το βάθος. Το Cd είναι δυνατόν να βρίσκεται με τις εξής μορφές με σειρά μειωμένης διαλυτότητας σε ένα έδαφος. Ανταλλάξιμο, δεσμευμένο στα άλατα του ανθρακικού οξέος, δεσμευμένο στα οξειδία του Fe-Mn, δεσμευμένο στην οργανική ύλη και υπολειμματικό. Η κατανομή του Cd μεταξύ των διαφόρων μορφών εξαρτάται από τη διαλυτότητα, κινητικότητα και βιοδιαθεσιμότητά του. Η ανταλλάξιμη μορφή του Cd μπορεί να είναι η περισσότερη διαθέσιμη μορφή στα φυτά. Οι Storer et al. 1976; Lake et al. 1984; Sproites et al. 1982) αναφέρουν ότι υπήρχε πολύ χαμηλή συγκέντρωση Cd στο έδαφος στη διαλυτή και τη ανταλλάξιμη μορφή του. Οι Riise et al. (1994) επίσης βρήκαν ότι μόνο 25% του ^{100}Cd και του μη ραδιενεργού Cd στα εδάφη βρίσκεται σε ανταλλάξιμη μορφή. Σε αντίθεση το 47% και το 60% του ολικού Cd βρέθηκε σε ανταλλάξιμη μορφή στα αλατούχα και βελτιωμένα με ιλύ εδάφη αντίστοιχα. Η διαλυτότητα του Cd^0 και Cd^{+2} σε υδατικά διαλύματα περιορίζεται από την παρουσία PO_4^{-3} , CO_3^{-2} οπότε ελαττώνεται η έκπλυση (leaching). Το Cd κατακρημνίζεται με τα υδροξείδια, τα φωσφορικά, τα ανθρακικά και τα πυριτικά άλατα για να γίνει συστατικό του άμορφου κλάσματος των εδαφών. Ο John (1971) βρήκε ότι η οργανική ύλη στα εδάφη συμβάλλει στην αύξηση της απορρόφησης του Cd.

4. Μόλυβδος (Pb)

Ο μόλυβδος είναι ευρέως διαδεδομένος στα εδάφη και στα πετρώματα της επιφάνειας της γης. Οι Aubert και Pinta (1977) πρόσφατα συνέθεσαν σε τόμο τιμές αναφερθείσες σε βιβλιογραφία και κατέληξαν ότι οι μέσες συγκεντρώσεις Pb είναι 16 μg/g στην λιθόσφαιρα και 15 με 25 μg/g στα εδάφη. Επιπρόσθετα εκτός από τον μόλυβδο που προϋπάρχει στα πετρώματα, όλα τα υλικά κοντά στη γήινη επιφάνεια έχουν πολύ πιθανά λάβει ατμοσφαιρική απόθεση από ανθρωπογενή Pb, που αποδεσμεύεται από το κάψιμο φυσικών καυσίμων, ιδιαίτερα από το πρόσθετο Pb στη βενζίνη που χρησιμοποιείται σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Μια άλλη σημαντική πηγή ρύπανσης του εδάφους είναι η ατμοσφαιρική μεταφορά και απόθεση ξεχωριστών σωματιδίων δεσμευμένου Pb εκπεμφθέντος από μετάλλευση Pb και διαδικασίες καθαρισμού. Το αερομεταφερόμενο οξείδιο του Pb εισέρχεται στο σώμα

κατευθείαν από τον εισπνεόμενο αέρα και ένα άλλο τμήμα εισέρχεται έμμεσα από την τροφή στην οποία έχει ενσωματωθεί. Το αερομεταφερόμενο οξείδιο του Pb τελικά καθιζάνει στο έδαφος και το νερό και μπορεί συνεπώς να εισέλθει στην τροφική αλυσίδα, καθώς ο διαλυτός Pb απορροφάται από τα φυτά (π.χ. από τα λαχανικά, τα φρούτα κ.ά.). Οι μικροοργανισμοί βιοσυγκεντρώνουν τον Pb. Οι Davis και Lewin (1974) σημειώνουν ότι τέτοια ρύπανση θα συνεχίζεται για αιώνες. Άλλη πηγή ρύπανσης εδάφους είναι η διάβρωση, οξείδωση των χρωμάτων- που βασίζονται στον Pb- των εξωτερικών τοίχων των κτιρίων. Τα εδάφη σε μερικές περιοχές έχουν δεχθεί μεγάλες ποσότητες Pb από φυτοφάρμακα που περιέχουν Pb όπως ο μολυβδούχος αστέρας του αρσενικού οξέος. Σε έντονα οξειδωτικό περιβάλλον ο Pb μπορεί να σχηματίσει το τετρασθενές ιόν και στη συνέχεια το οξείδιο PbO_2 και τα μεικτά οξείδια Pb_2O_3 και Pb_3O_4 που είναι συνδυασμοί των PbO και PbO_2 . Οι ενώσεις του Pb^{2+} είναι ιονικές ενώ οι περισσότερες ενώσεις του Pb^{4+} είναι ομοιοπολικά μόρια.

5. Σίδηρος (Fe)

Ο σίδηρος είναι το κύριο συστατικό των περισσότερων εδαφών και μπορεί να υπάρχει στα εδάφη ή στα άλλα υλικά ως Fe^{+2} και ως Fe^{+3} . Ένα μεγάλο μέρος του ολικού Fe στα εδάφη συχνά απαντάται με τη μορφή των ελευθέρων οξειδίων του. Αυτά τα οξείδια μπορεί να υπάρχουν ως ξεχωριστά τμήματα, ή ως στρώμα που επικαλύπτει τα εδαφικά μέταλλα και ως υλικό συνένωσης ανάμεσα σε τμήματα μετάλλων. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ελευθέρων οξειδίων στα εδάφη είναι μεγάλης σημασίας εξαιτίας της σπουδαιότητας στην διαδικασία του σχηματισμού Λατερίτη και στην μελέτη της συμπεριφοράς των φωσφορικών αλάτων. Ο ερευνητής Geene (1963) απέδειξε πειραματικά ότι τα οξείδια του τρισθενούς σιδήρου σε εδάφη που επικρατούν αναερόβιες συνθήκες (εδάφη που καλύπτονται από νερό) δρουν ως οξειδωτικές ενώσεις. Με το σχηματισμό του $Fe(OH)_2$ εξηγούνται οι ταυτόχρονες μεταβολές της τιμής του δυναμικού οξειδοαναγωγής (E_h) και τις τιμές του pH που συμβαίνουν συγχρόνως με το σχηματισμό του $Fe(OH)_2$.

Η αναγωγή του υδροξειδίου του σιδήρου μπορεί να γίνει σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο το $Fe(OH)_3$ διαλύεται και στη συνέχεια ανάγονται τα ιόντα του τρισθενούς σιδήρου σε δισθενή σίδηρο ως εξής (Μήτσιος, 1999):



Ο Hewitt (1996) υποστηρίζει ότι η βέλτιστη συγκέντρωση του σιδήρου στα θρεπτικά διαλύματα για απρόσκοπτη αύξηση των φυτών είναι περίπου 10^{-5} M ($0,5 \mu\text{g cm}^{-3}$). Στον πίνακα 5 φαίνονται οι συγκεντρώσεις του Fe^{2+} και Fe^{3+} σε σχέση με το pH, όπως υπολογίστηκαν με βάση την παρακάτω εξίσωση.

$$\log(\text{Fe}^{3+}) = 3 - 3\text{pH}_{\text{διαλύματος}}$$

Πίνακας 5. Συγκεντρώσεις του Fe^{3+} και Fe^{2+} όπως υπολογίστηκαν σε εδαφικά διαλύματα με αερόβιες συνθήκες και σε διαφορετικές τιμές του pH

pH	Fe^{3+} M	Fe^{2+} M ($E_h=0,8V$)
3	10^{-6}	10^{-4}
4	10^{-9}	10^{-7}
5	10^{-12}	10^{-10}
6	10^{-15}	10^{-13}
7	10^{-18}	10^{-16}
8	10^{-21}	10^{-19}

Από τη μελέτη του πίνακα 5 διαπιστώνεται ότι η συγκέντρωση του σιδήρου είναι πάρα πολύ μικρή ακόμη και σε πολύ όξινα εδάφη. Οι τιμές του πίνακα 5 επιβεβαιώθηκαν με μετρήσεις που έγιναν σε εδαφικά διαλύματα.

Άρα ο σίδηρος βρίσκεται σε ανεπαρκείς ποσότητες για την ανάπτυξη των φυτών κυρίως στα ασβεστούχα εδάφη. Αυτή η ανεπάρκεια έχει ως αποτέλεσμα τα φυτά που καλλιεργούνται σε τέτοια εδάφη να εμφανίζουν συμπτώματα χλώρωσης. Η κύρια αιτία των τροφοπενιών είναι η μικρή διαλυτότητα των Fe(OH)_3 . Οι ερευνητές Jones και Etherington (1970) υποστήριξαν ότι η αύξηση μερικών ασβεστόφιλων φυτών ενισχύεται από τις εποχιακές πλημμύρες των εδαφών οι οποίες παρέχουν τις απαραίτητες ποσότητες του Fe^{2+} στο εδαφικό διάλυμα. Αργιλώδη εδάφη που είναι

πλήρως καλυμμένα από νερό παρέχουν ικανοποιητικές ποσότητες σιδήρου για τη βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών, παρότι σε μερικά όξινα εδάφη η ανάπτυξη των φυτών περιορίστηκε πολύ από τις μεγάλες ποσότητες του διαλυτού σιδήρου. Στα νατριωμένα εδάφη δεν παρατηρήθηκαν τροφοπενίες σιδήρου. Δεν υπάρχουν μέχρι τώρα ερευνητικά δεδομένα, που να εξηγούν τους λόγους που δεν υπάρχουν τροφοπενίες σιδήρου και μαγγανίου στα αλκαλιωμένα με νάτριο εδάφη. Οι παρακάτω επιστημονικές εξηγήσεις είναι βασισμένες σε θεωρητικές προσεγγίσεις.

- Η τιμή του pH των νατριωμένων εδαφών είναι υψηλότερη από την τιμή του pH των ασβεστούχων εδαφών, επομένως θεωρητικά η υψηλή τιμή του pH θα οδηγούσε σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις του σιδήρου στο εδαφικό διάλυμα των νατριωμένων εδαφών από τη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στα ασβεστούχα εδάφη.
- Η μη ικανοποιητική δομή των νατριωμένων εδαφών μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ζωνών όπου να επικρατούν αναερόβιες με αποτέλεσμα τον πληρέστερο εφοδιασμό των φυτών με σίδηρο.
- Στα νατριωμένα εδάφη η οργανική ουσία υφίσταται διαμερισμό από το νάτριο και σε υψηλές τιμές του pH σχηματίζει χηλικές ενώσεις του σιδήρου. Οι οργανικές αυτές ενώσεις εξασφαλίζουν τον ικανοποιητικό εφοδιασμό των φυτό με σίδηρο (Μήτσιος, 1999).

6. Μαγγάνιο (Mn)

Το Mn είναι ένα στοιχείο πολύ βασικό για τη ζωή των μικροοργανισμών, των ανώτερων φυτών αλλά και των ζώων. Το ενδιαφέρον για το υπάρχον Mn στα εδάφη άρχισε να αυξάνει όταν έγινε γνωστός ο ρόλος του σε σχέση με την ανάπτυξη των φυτών και των ζώων. Τα προβλήματα που δημιουργούνται από την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με Mn είναι ασήμαντα σε σχέση με αυτά των άλλων βαρέων μετάλλων.

Το Mn απαντά στο έδαφος με τις μορφές του πυρολουσίτη (MnO_2), του χαουσμανίτη (Mn_3O_4), του μαγγανίτη [$Mn O(OH)$], του ροδονίτη ($MnSiO_3$) και του ροδοχρωσίτη ($MnCO_3$) (Taylor et al. , 1964; Leeper, 1970). Εκτός από την προσθήκη Mn στα εδάφη εξαιτίας της αποσάθρωσης των μητρικών πετρωμάτων, μεγάλες είναι οι ποσότητες του Mn που προστίθενται στο έδαφος με τη χρήση λιπασμάτων. Το Mn μπορεί να υπάρχει στα εδάφη σε ένα αριθμό σθενών από +2 μέχρι +7.

Οι στερεές μορφές των ενώσεων του Mn έχουν χαμηλή διαλυτότητα. Η αφομοιώσιμη μορφή του μαγγανίου από τα φυτά είναι η δισθενής μορφή του μαγγανίου (Mn^{2+}). Η βέλτιστη συγκέντρωση του Mn^{2+} στα θρεπτικά διαλύματα για βέλτιστη αύξηση και παραγωγή των φυτών θεωρείται ότι είναι η συγκέντρωση 10^{-5} M ($0,5 \mu g\ cm^{-3}$) (Hewitt, 1996). Η συγκέντρωση του Mn^{2+} στα εδαφικά διαλύματα των όξινων και ουδέτερων εδαφών κυμαίνεται μεταξύ 10^{-4} M και 10^{-6} M με το μεγαλύτερο ποσοστό του Mn^{2+} να βρίσκεται με τη μορφή των χηλικών ενώσεων (Geering et al., 1969). Τροφοπενίες Mn παρατηρούνται στη βρώμη, στα μιτζέλια, στο βαμβάκι και σε οπωροφόρα δένδρα, κυρίως σε ουδέτερα και ασβεστούχα εδάφη. Οι τροφοπενίες Mn συνήθως σχετίζονται με τις τροφοπενίες του Fe. Σε εδάφη με χαμηλό pH (όξινα εδάφη) παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις του Mn^{2+} οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπτωμάτων τοξικότητας στα φυτά. Σε εδάφη με υψηλό pH (ουδέτερα και ασβεστούχα εδάφη) παρατηρούνται χαμηλές συγκεντρώσεις Mn^{2+} οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπτωμάτων τροφοπενίας μαγγανίου στα φυτά (Μήτσιος, 1999). Ο Leeper (1970) θεωρεί ότι η πρόσληψη του μαγγανίου από τα φυτά εξαρτάται από τη δραστηριότητα των ριζών στις χημικές ενώσεις του μαγγανίου που βρίσκονται με την στερεή μορφή στην περιοχή της ριζόσφαιρας. Οι χηλικές ενώσεις του μαγγανίου είναι οι καταλληλότερες μορφές μαγγανίου για τη λίπανση των καλλιεργειών. Εδάφη που καλύπτονται από νερό αναμένεται να έχουν μεγάλες ποσότητες Mn^{2+} και ίσως σε συγκεντρώσεις μεγάλες που προκαλούν τοξικά συμπτώματα στα φυτά. Στα όξινα εδάφη που είναι πλημμυρισμένα με νερό οι υψηλές συγκεντρώσεις του μαγγανίου κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων εβδομάδων της πλημμύρας μειώνονται σταδιακά και σταθεροποιούνται στο επίπεδο $10 \mu g\ cm^{-3}$ (2×10^{-4} M). Αντίθετα τα αλκαλιωμένα εδάφη που καλύπτονται με νερό περιέχουν Mn^{2+} σε συγκεντρώσεις μικρότερες από την τιμή 2×10^{-4} M (Μήτσιος, 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ο προσδιορισμός των διαθέσιμων ποσοτήτων των βαρέων μετάλλων πραγματοποιήθηκε σε 420 επιφανειακά δείγματα εδάφους. Από το Ν. Καρδίτσας ελήφθησαν εδαφικά δείγματα από τα χωριά Αγ. Παρασκευή, Άμπελος, Ανάβρα, Ασημοχώρι, Γελάνθη, Δασοχώρι, Ζαΐμη, Καλλιφώνι, Καρποχώρι, Λεοντάρι, Μαυρομάτι, Μελλισοχώρι, Μητρόπολη, Μύρινη και Φράγκο. Από το Ν. Τρικάλων ελήφθησαν εδαφικά δείγματα, από τα χωριά Πλάτανος, Ρίζωμα, Αρδάνι, Γριζάνιο, Βασιλική, Θεόπετρα και Παλαιόπυργος. Τέλος, από το Ν. Λαρίσης (κυρίως περιοχή Ελασσόνας) ελήφθησαν εδαφικά δείγματα, από τα χωριά Αργυροπούλι, Ροδιά, Βαλανίδα, Γαλανόβρυση, Δολίχι, Δρυμός, Καλλιθέα, Μεσοχώρι, Ολυμπιάδα, Πραιτώρι, Πύθιο, Στεφανόβουνο, Συκέα και Τσαρίτσανη.

Η εδαφολογική μονάδα είναι ένα χαρτογραφικό σύμβολο, το οποίο βοηθάει να περιγράψουμε εν συντομία τα χαρακτηριστικά του εδάφους και συμβολίζεται ως εξής:

$$B \frac{324}{A01(sp)} Eoxl$$

όπου,

3: Κοκκομετρική σύσταση, σε βάθος 75-150 εκ.,

A: κλίση

2: Κοκκομετρική σύσταση, σε βάθος 25-75 εκ.,

0: Διάβρωση

4: Κοκκομετρική σύσταση, σε βάθος 0-25 εκ.,

1: Ανθρακικά

E: Τάξη εδάφους

ο: υποτάξη

x: Μεγάλη ομάδα

l: Υποομάδα

sp: Special Properties (ειδικές συνθήκες, καλσικός ορίζοντας, αλατότητα, αλκαλίωση,

κ.λπ.)

Στο Ν. Καρδίτσας, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: B333/A00/Axh, C434/A01/Axh, B434/A00/Axh, C434/A00/Axh, C233/A00/Axh, C435/A01/Vxch, A233/A00/Axh, B233/A00/Lox, B334/A00/Axh, C334/A02/Loxf, C434/A11/Axh, A334/A00/Eoxt, A002/A02/Efx, A213/A03/Efx, A233/A01/Efx, B113/A01/Efx, B233/A01/Efx, B323/A00/Loxf, B333/A01/Loxf, B334/A02/Lox, C434/A01/Loxf, C332/A03/Efx, C334/A00/Axh και A3*3*4*/A00/Eoxt

Στο Ν. Τρικάλων, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: B334/A03/Efx, A112/A00/Efx, A203/A01/Lox, B324/B13/Eox, C434/A03/Efx, A334/Γ23/Eox, A324/Γ23/Eox, A224/A01/Efx, A122/A02/Efx, C435/A03/Efx, C435/A02/Lox .

Στο Ν. Λάρισα, τα δείγματα προέρχονται από τις ακόλουθες, χαρακτηριστικές χαρτογραφικές μονάδες: C333/A00/Efx, B223/B22/Eox, B112/A00/Efx, C433/B20/Lox, B112/A01/Lox, A112/B10/Efx, C435/B20/Eox, B334/A02/Lox, A113/B11/Efx, C435/A00/Efx, B233/A02/Efx, C433/A03/Loxf, B314/B11/Eox, B403/B20/Lox, B212/A01/Efx, A323/A00/Efx, A323/A01/Loxf, A334/B23/Eox, A212/A10/Efx, A223/B10/Lox, B223/A02/Efx, B323/A01/Lox, B323/A12/Lox, B323/B01/Lox, B333/A01/Axhc, C223/A03/Efx, C223/Γ20/Eox, C323/A01/Lox, C334/A10/Axh, και από περιοχές που δεν έχουν ακόμα χαρτογραφηθεί.

Τα εδαφικά δείγματα αμέσως μετά την συλλογή τους μεταφέρθηκαν **στο εργαστήριο εδαφολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας**, όπου και αεροξηράνθηκαν. Κατόπιν διήλθαν από κόσκινο διαμέτρου 2 mm και διατηρήθηκαν σε συνθήκες δωματίου μέχρι να γίνουν οι παρακάτω χημικές αναλύσεις:

- Προσδιορισμός του pH με τη χρήση πεχαμέτρου Crison 2000 σε αιώρημα εδάφους - νερού σε αναλογία 1/1.
- Προσδιορισμός της μηχανικής σύστασης με τη μέθοδο του Βουγιούκου.
- Προσδιορισμός της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο των Walkey - Black κατόπιν οξείδωσης του οργανικού άνθρακα με όξινο διάλυμα διχρωμικού καλίου.
- Προσδιορισμός του % ποσοστού του ανθρακικού ασβεστίου με την συσκευή Bernard.
- Προσδιορισμός της Ικανότητας Ανταλλαγής Κατιόντων με τη χρήση διαλύματος οξικού νατρίου με pH = 8,2.

Όλα τα χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια ήταν του Οίκου Merck, καθαρότητας pro analysis (p.a.) και suprapur.

Τα χρησιμοποιούμενα σκεύη ήταν γυάλινα (class A).

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των μετάλλων που είναι διαθέσιμα στο έδαφος χρησιμοποιήθηκε εκχυλιστικό διάλυμα DTPA (Μέθοδος των Lindsay και Norvell, 1978).

Αντιδραστήρια και όργανα

- DTPA εκχυλιστικό μέσο: 0.005 M DTPA, 0.01 M CaCl₂ και 0.1 M TEA, το οποίο σταθεροποιείται σε τιμή pH=7.3 με HCl. Για την παρασκευή 1L του διαλύματος αυτού διαλύονται 14.92 g του αντιδραστηρίου TEA, 1.967 g του αντιδραστηρίου DTPA και 1.47 g CaCl₂·2H₂O σε 900 mL αποσταγμένου νερού. Στο διάλυμα που προκύπτει με αυτόν τον τρόπο προστίθεται με συνεχή ανάδευση ποσότητα διαλύματος HCl 1N έτσι ώστε η τιμή του pH να ρυθμιστεί στην τιμή 7.3 +/- 0.05. Το διάλυμα που προκύπτει μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL και προστίθεται αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα αυτό διατηρείται σταθερό για αρκετούς μήνες, αλλά το pH πρέπει να ελέγχεται κάθε φορά πριν χρησιμοποιηθεί και να είναι σταθερό στην τιμή 7.3.
- Πρότυπο διάλυμα Fe 1000 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL διαλύεται το περιεχόμενο της αμπούλας του 1 g και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο..
- Διάλυμα Fe 100 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL από το διάλυμα των 1000 mg/L και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο..
- Πρότυπο διάλυμα Mn 1000 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL διαλύεται το περιεχόμενο της αμπούλας του 1g και συμπληρώνεται με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο. μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα Mn 100 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 1000 mg/L και συμπληρώνεται με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο.

- Διάλυμα Mn 10 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 100 mg/L και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με το εκχυλιστικό διάλυμα DTPA.
- Πρότυπο διάλυμα Cu 1000 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL διαλύεται το περιεχόμενο της αμπούλας του 1g και συμπληρώνεται με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο. μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα Cu 100 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 1000 mg/L και συμπληρώνεται με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο.
- Διάλυμα Cu 10 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 100 mg/L και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με το εκχυλιστικό διάλυμα του DTPA.
- Διάλυμα Zn 1000 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 1000 mL διαλύεται το περιεχόμενο της αμπούλας του 1 g και συμπληρώνεται με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο. μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα Zn 100 mg/L Μεταφέρονται 10 mL του διαλύματος των 1000 mg/L σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και συμπληρώνεται με διάλυμα HNO₃ 1% κ.ο. μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα Zn 5 mg/L Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 5 mL του διαλύματος των 100 mg/L και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με το εκχυλιστικό διάλυμα του DTPA.

Μέθοδος

Ζυγίζονται 10 g αεροξηραθέντος εδάφους σε κωνική φιάλη των 125 mL. Προστίθενται 20 mL διαλύματος DTPA. Γίνεται ανακίνηση για 2 ώρες με τη βοήθεια μηχανικού αναδευτήρα. Στη συνέχεια γίνεται διήθηση με ηθμό Whatmann No 42. Παράλληλα εκτελείται και τυφλός προσδιορισμός σε διάλυμα το οποίο περιέχει όλα τα αντιδραστήρια εκτός από τα 10 g εδάφους. Το εκχύλισμα που παραλαμβάνεται με την μέθοδο αυτή είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό βαρέων μετάλλων με την μέθοδο της Ατομικής Απορρόφησης.

Σημειώνεται ότι όλα τα σκεύη τα οποία έρχονται σε επαφή με το εκχυλιστικό μέσο ή με το έδαφος ή με το διήθημά, πρέπει να ξεπλένονται με διάλυμα HNO_3 1:1 και στην συνέχεια αφού ξεπλυθούν με άφθονο αποσταγμένο νερό, ξεπλένονται και με διάλυμα HNO_3 1% κ.ο.

Επίσης, τα δείγματά αν δεν αναλυθούν εντός 2-3 ημερών κρίνεται σκόπιμο να τοποθετηθούν σε ψυγείο, έτσι ώστε να παύσει η μικροβιακή δραστηριότητα.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των μετάλλων έγινε στα διηθήματα με τη βοήθεια φασματοφωτομέτρου Ατομικής Απορρόφησης Perkin Elmer 3300 και με χρήση εξαρτήματος φλόγας (flame AAS) (εικόνα 1). Το μίγμα των αερίων για όλα τα στοιχεία ήταν αέρα - αιθινίου. Για τον προσδιορισμό των μετάλλων χρησιμοποιήθηκαν μονοστοιχειακές λυχνίες Κοίλης Καθόδου (HCL) και πρότυπα διαλύματα Titrisol του ενός γραμμαρίου. Παράλληλα για τον έλεγχο των μεθόδων προσδιορισμού, την ακρίβεια και επαναληψιμότητά τους χρησιμοποιήθηκαν πολυστοιχειακά πρότυπα διαλύματα (mixed Standard Solutions). Για τον έλεγχο της ανάκτησης των αναλυτικών μεθόδων χρησιμοποιήθηκε συνθετικό έδαφος BCR (Community Bureau of Reference).

Ο προσδιορισμός του χαλκού πραγματοποιήθηκε σε μήκος κύματος 324.8 nm, του σιδήρου σε μήκος κύματος 248.3 nm, του μαγγανίου σε 279.5 nm και του ψευδαργύρου σε 213.9 nm. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των στοιχείων καδμίου και μολύβδου χρησιμοποιήθηκε εξάρτημα θερμαινόμενου φούρνου γραφίτη (HGA-AAS) επειδή οι συγκεντρώσεις τους στα εδαφικά εκχυλίσματα ήταν μικρότερες από τα όρια ανίχνευσης με χρήση φλόγας.

Ο Θερμαινόμενος Φούρνος Γραφίτη (εικόνα 2) είναι του Οίκου Perkin Elmer μοντέλο 600, διαθέτει ως διορθωτή θορύβου λυχνία δευτερίου και είναι συνδεδεμένος με αυτόματο αναλυτή AS /60 40 θέσεων

Ο ποσοτικός προσδιορισμός του καδμίου έγινε σε μήκος κύματος 228.8 nm, ενώ ο προσδιορισμός του μολύβδου έγινε σε μήκος κύματος 283.3 nm. Στην περίπτωση του καδμίου χρησιμοποιήθηκε ως χημικός τροποποιητής μίγμα νιτρικού παλλαδίου και νιτρικού μαγνησίου, ενώ στην περίπτωση του μολύβδου το δισόξινο φωσφορικό αμμώνιο.

Για την κατασκευή των πρότυπων καμπυλών και στην συνέχεια για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των στοιχείων που πρέπει να προσδιορισθούν χρησιμοποιούνται διαλύματα τα οποία παρασκευάζονται σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL μεταφέροντας τις ποσότητες των αντιδραστηρίων που φαίνονται στους

παρακάτω πίνακες και συμπληρώνοντας μέχρι τη χαραγή με το εκχυλιστικό διάλυμα DTPA.

Για την πρότυπη καμπύλη του Fe χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαλύματα :

0 mg/L δ/τος Fe :	Μεταφέρονται 0 mL του διαλύματος των 100 mg/L Fe.
2 mg/L Fe :	2 mL
4 mg/L Fe :	4 mL
6 mg/L Fe :	6 mL
8 mg/L Fe :	8 mL
10 mg/L Fe :	10 mL

Για την πρότυπη καμπύλη του Mn χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαλύματα

0 mg/L δ/τος Mn :	Μεταφέρονται 0 mL του διαλύματος των 10 mg/L
0.5 mg/L Mn :	5 mL
1.0 mg/L Mn :	10 mL
1.5 mg/L Mn :	15 mL
2.0 mg/L Mn :	20 mL
2.5 mg/L Mn :	25 mL

Για την πρότυπη καμπύλη του Cu χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαλύματα:

0 mg/L δ/τος Cu :	Μεταφέρονται 0 mL του διαλύματος των 10 mg/L
1.0 mg/L Cu :	10 mL
2.0 mg/L Cu :	20 mL
3.0 mg/L Cu :	30 mL
4.0 mg/L Cu :	40 mL
5.0 mg/L Cu :	50 mL
6.0 mg/L Cu :	60 mL

Για την πρότυπη καμπύλη του Zn χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω διαλύματα :

0.00 mg/L δ/τος Zn :	Μεταφέρονται 0 mL του διαλύματος των 5 mg/L
0.25 mg/L Zn :	5 mL
0.50 mg/L Zn :	10 mL
0.75 mg/L Zn :	15 mL
1.00 mg/L Zn :	20 mL
1.25 mg/L Zn :	25 mL

Υπολογισμοί:

Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στο εκχύλισμα υπολογίζεται σε mg/L λαμβανομένου υπόψη τυχόν αραιώσεις που έγιναν στο υπό μελέτη δείγμα.

Γενικές παρατηρήσεις για τους υπολογισμούς

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι δυνατό να εκφράζονται ως mg/g ξηρού εδάφους το οποίο ισούται με το διπλάσιο της συγκέντρωσης του διηθήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

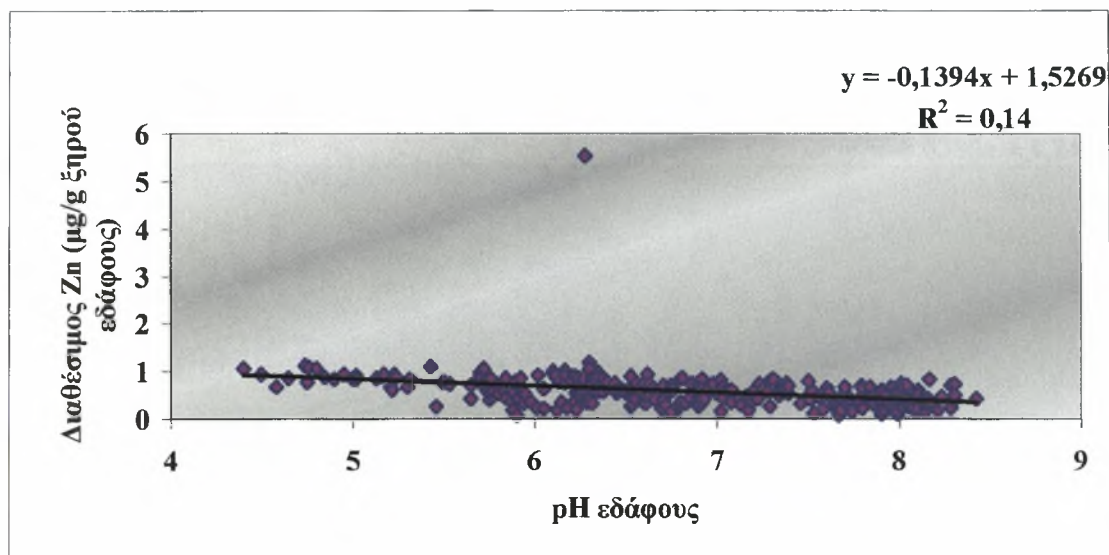
Στο σύνολο των 420 δειγμάτων που αναλύθηκαν, η τιμή του pH κυμαίνεται από 4,4 μέχρι 8,4, η τιμή της EC από 125 $\mu\text{S}/\text{cm}$ μέχρι 1069 $\mu\text{S}/\text{cm}$, η τιμή της οργανικής ουσίας από 0,2% μέχρι 4,1%, τα περισσότερα εδάφη είναι από μηχανικής σύστασης αργιλοπηλώδη (CL) και οι συγκεντρώσεις των διαθέσιμων ποσοτήτων των μετάλλων Zn, Cu, Mn, Fe, Cd και Pb κυμαίνονται ως εξής: Για τον ψευδάργυρο (Zn), από 0,08 $\mu\text{g}/\text{g}$ μέχρι 5,53 $\mu\text{g}/\text{g}$, για τον χαλκό (Cu) από 0,6 $\mu\text{g}/\text{g}$ μέχρι 2,89 $\mu\text{g}/\text{g}$, για το μαγγάνιο (Mn) από 0,6 $\mu\text{g}/\text{g}$ μέχρι 127,5 $\mu\text{g}/\text{g}$, για τον σίδηρο (Fe) από 0,02 $\mu\text{g}/\text{g}$ μέχρι 163 $\mu\text{g}/\text{g}$, για το κάδμιο (Cd) από 1,11 $\mu\text{g}/\text{g}$ μέχρι 137,2 ng/g και τέλος για τον μόλυβδο (Pb) από 56,16 ng/g μέχρι 1521,6 ng/g .

Πίνακας 6. Μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές των διαθέσιμων ποσοτήτων ψευδαργύρου ($\mu\text{g}/\text{g}$) με βάση το pH του εδάφους

Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH τους	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Zn	Ελάχιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Zn
Πολύ ισχυρώς όξινα pH =4-5	0,81	1,6	Χαμηλή	0,4	Πολύ χαμηλή
Ισχυρώς όξινα pH =5,1-5,8	0,79	3,1	Μέση	0,09	Πολύ χαμηλή
Μετρίως όξινα pH =5,9-6,5	0,78	5,53	Υψηλή	0,09	Πολύ χαμηλή
Ουδέτερα pH =6,6-7,5	0,68	2,49	Χαμηλή	0,12	Πολύ χαμηλή
Ελαφρώς αλκαλικά pH =7,6-8,5	0,52	1,67	Πολύ χαμηλή	0,08	Πολύ χαμηλή
Αλκαλικά εδάφη pH >8,6					

Από τη μελέτη του πίνακα 6 διαπιστώνεται ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του ψευδαργύρου είναι 1,6 $\mu\text{g}/\text{g}$, η ελάχιστη 0,4 $\mu\text{g}/\text{g}$ και η μέση τιμή 0,81 $\mu\text{g}/\text{g}$. Στα ισχυρώς όξινα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του ψευδαργύρου είναι 3,1 $\mu\text{g}/\text{g}$, η ελάχιστη 0,09 $\mu\text{g}/\text{g}$, και η μέση τιμή 0,79 $\mu\text{g}/\text{g}$. Στα μετρίως όξινα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του ψευδαργύρου είναι 5,53 $\mu\text{g}/\text{g}$, η ελάχιστη 0,09 $\mu\text{g}/\text{g}$, και η μέση τιμή 0,78 $\mu\text{g}/\text{g}$. Στα ουδέτερα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του ψευδαργύρου είναι 2,49 $\mu\text{g}/\text{g}$, η ελάχιστη 0,12 $\mu\text{g}/\text{g}$ και η μέση τιμή 0,68 $\mu\text{g}/\text{g}$. Τέλος, στα ελαφρώς αλκαλικά εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας ψευδαργύρου είναι 1,67 $\mu\text{g}/\text{g}$, η ελάχιστη 0,08 $\mu\text{g}/\text{g}$ και η μέση τιμή 0,52 $\mu\text{g}/\text{g}$.

Η μεταβολή του διαθέσιμου Zn σε σχέση με το pH του εδάφους φαίνεται στο διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1. Μεταβολή του διαθέσιμου Zn σε σχέση με το pH του εδάφους

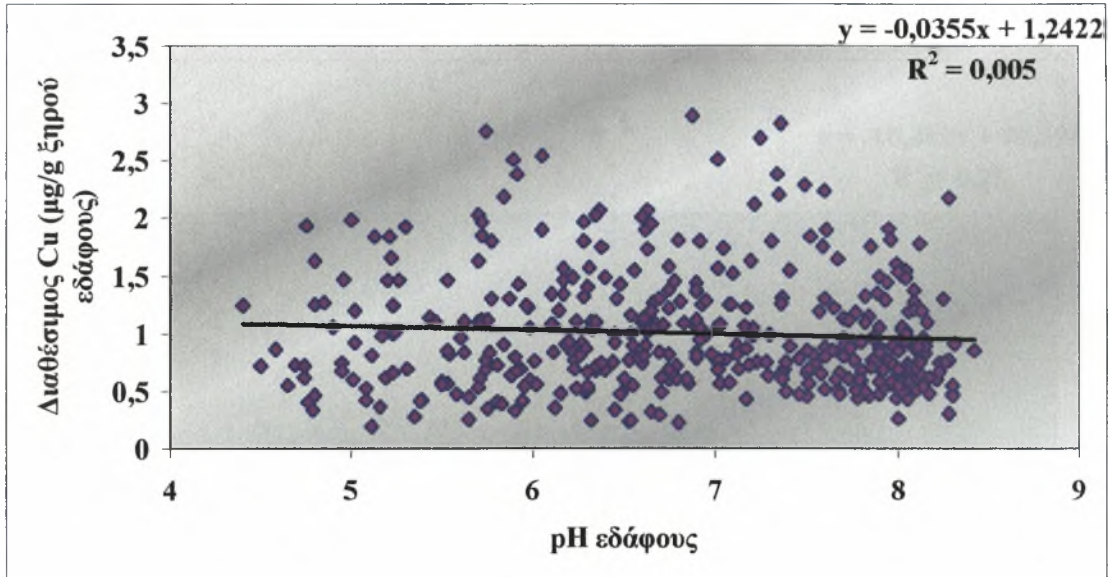
Πίνακας 7. Μέγιστες, ελάχιστες τιμές και μέσοι όροι των διαθέσιμων ποσοτήτων χαλκού (μg/g) με βάση το pH του εδάφους

Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH τους	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Cu	Ελάχιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Cu
Πολύ ισχυρώς όξινα pH =4-5	0,97	1,99	Υψηλή	0,34	Χαμηλή
Ισχυρώς όξινα pH =5,1-5,8	1,00	2,76	Υψηλή	0,20	Πολύ χαμηλή
Μετρίως όξινα pH =5,9-6,5	1,02	2,54	Υψηλή	0,24	Πολύ χαμηλή
Ουδέτερα pH =6,6-7,5	1,11	2,89	Υψηλή	0,23	Πολύ χαμηλή
Ελαφρώς αλκαλικά pH =7,6-8,5	0,89	2,24	Υψηλή	0,26	Χαμηλή
Αλκαλικά εδάφη pH >8,6					

Από τη μελέτη του πίνακα 7 διαπιστώνεται ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του χαλκού είναι 1,99 μg/g, η ελάχιστη 0,34 μg/g, και η μέση τιμή 0,97 μg/g. Στα ισχυρώς όξινα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του χαλκού είναι 2,76 μg/g, η ελάχιστη 0,2 μg/g και η μέση τιμή 1 μg/g. Στα μετρίως όξινα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του χαλκού είναι 2,54 μg/g, η ελάχιστη 0,24 μg/g, και η μέση τιμή 1,02 μg/g. Στα ουδέτερα εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του χαλκού είναι 2,89 μg/g, η ελάχιστη 0,23 μg/g, και η μέση τιμή 1,11 μg/g. Τέλος, στα ελαφρώς αλκαλικά

εδάφη, η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του χαλκού είναι 2,24 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,26 $\mu\text{g/g}$ και η μέση τιμή 0,89 $\mu\text{g/g}$.

Η μεταβολή του διαθέσιμου Cu σε σχέση με το pH του εδάφους φαίνεται στο διάγραμμα 2.



Διάγραμμα 2. Μεταβολή του διαθέσιμου Cu σε σχέση με το pH του εδάφους

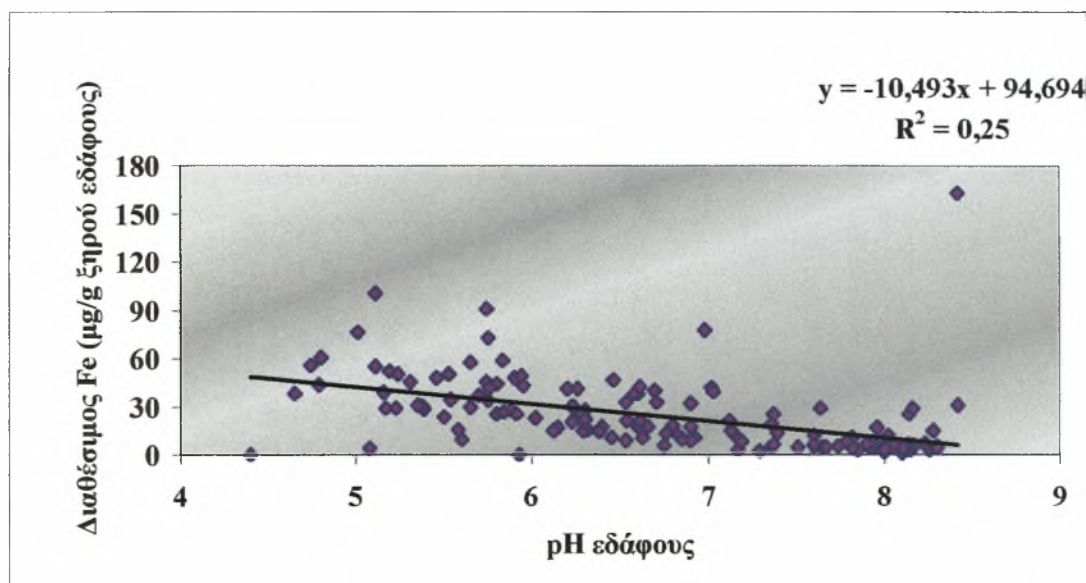
Πίνακας 8. Μέγιστες, ελάχιστες τιμές και μέσοι όροι των διαθεσίμων ποσοτήτων σιδήρου ($\mu\text{g/g}$) με βάση το pH του εδάφους

Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH τους	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Fe	Ελάχιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Fe
Πολύ ισχυρώς όξινα pH =4-5	67,34	163,00	Πολύ υψηλή	19,00	Μέση
Ισχυρώς όξινα pH =5,1-5,8	49,36	137,24	Πολύ υψηλή	4,18	Χαμηλή
Μετρίως όξινα pH =5,9-6,5	31,81	78,56	Πολύ υψηλή	0,02	Πολύ χαμηλή
Ουδέτερα pH =6,6-7,5	20,94	91,10	Πολύ υψηλή	2,63	Πολύ χαμηλή
Ελαφρώς αλκαλικά pH =7,6-8,5	8,54	52,80	Πολύ υψηλή	0,94	Πολύ χαμηλή
Αλκαλικά εδάφη pH >8,6					

Από τη μελέτη του πίνακα 8 διαπιστώνεται ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του σιδήρου είναι 163 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 19 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 67,34 $\mu\text{g/g}$. Στα ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του σιδήρου είναι 137,24 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 4,18 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 49,36 $\mu\text{g/g}$. Στα μετρίως όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του σιδήρου είναι 78,56 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,02 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 31,81 $\mu\text{g/g}$. Στα ουδέτερα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του σιδήρου

είναι 91,1 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,94 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 20,94 $\mu\text{g/g}$. Τέλος, στα ελαφρώς αλκαλικά εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του σιδήρου είναι 52,8 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,94 $\mu\text{g/g}$ και η μέση τιμή 8,54 $\mu\text{g/g}$.

Η μεταβολή του διαθέσιμου Fe σε σχέση με το pH του εδάφους φαίνεται στο διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 3. Μεταβολή του διαθέσιμου Fe σε σχέση με το pH του εδάφους

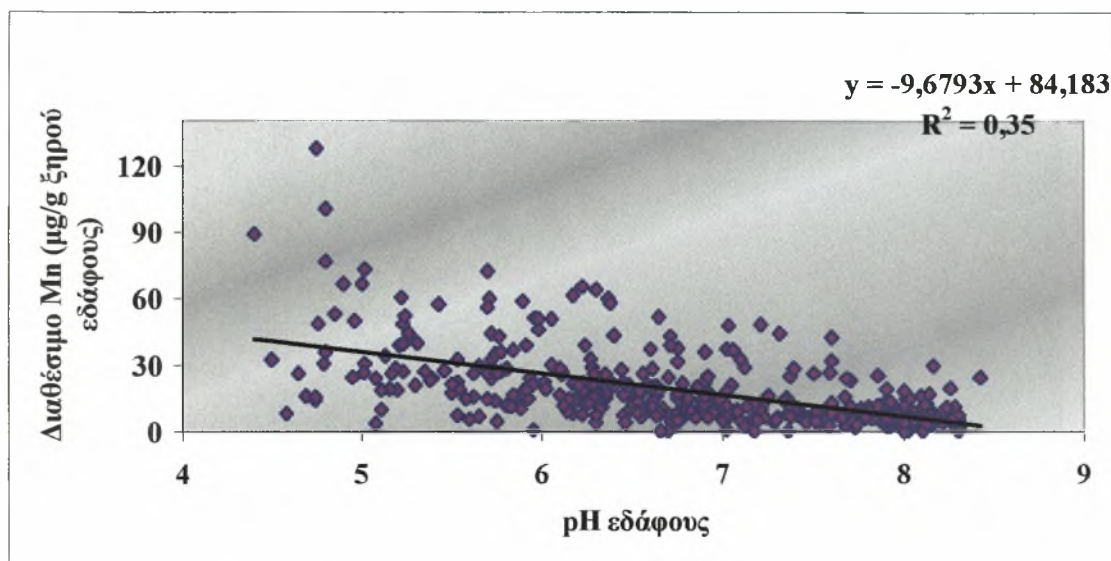
Πίνακας 9. Μέγιστες, ελάχιστες τιμές και μέσοι όροι των διαθέσιμων ποσοτήτων μαγγανίου $\mu\text{g/g}$ με βάση το pH του εδάφους

Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH τους	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Mn	Ελάχιστη τιμή	Διαθεσιμότητα Mn
Πολύ ισχυρώς όξινα pH =4-5	45,83	127,50	Πολύ υψηλή	8,25	Χαμηλή
Ισχυρώς όξινα pH =5,1-5,8	28,35	72,30	Πολύ υψηλή	4,10	Πολύ χαμηλή
Μετρίως όξινα pH =5,9-6,5	23,50	65,51	Πολύ υψηλή	0,73	Πολύ χαμηλή
Ουδέτερα pH =6,6-7,5	14,78	52,00	Πολύ υψηλή	0,60	Πολύ χαμηλή
Ελαφρώς αλκαλικά pH =7,6-8,5	8,44	42,42	Υψηλή	0,60	Χαμηλή
Αλκαλικά εδάφη pH >8,6					

Από τη μελέτη του πίνακα 9 διαπιστώνεται ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μαγγανίου είναι 127,5 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 8,25 $\mu\text{g/g}$ και η μέση τιμή 45,83 $\mu\text{g/g}$. Στα ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μαγγανίου είναι 72,3 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 4,1 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 28,35 $\mu\text{g/g}$. Στα μετρίως όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μαγγανίου είναι 65,51 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,73 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 23,5 $\mu\text{g/g}$. Στα

ουδέτερα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μαγγανίου είναι 52 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,6 $\mu\text{g/g}$, και η μέση τιμή 14,78 $\mu\text{g/g}$. Τέλος, στα ελαφρώς αλκαλικά εδάφη μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μαγγανίου είναι 42,42 $\mu\text{g/g}$, η ελάχιστη 0,6 $\mu\text{g/g}$ και η μέση τιμή 8,44 $\mu\text{g/g}$.

Η μεταβολή του διαθέσιμου Mn σε σχέση με το pH του εδάφους φαίνεται στο διάγραμμα 4.



Διάγραμμα 4. Μεταβολή του διαθέσιμου Mn σε σχέση με το pH του εδάφους

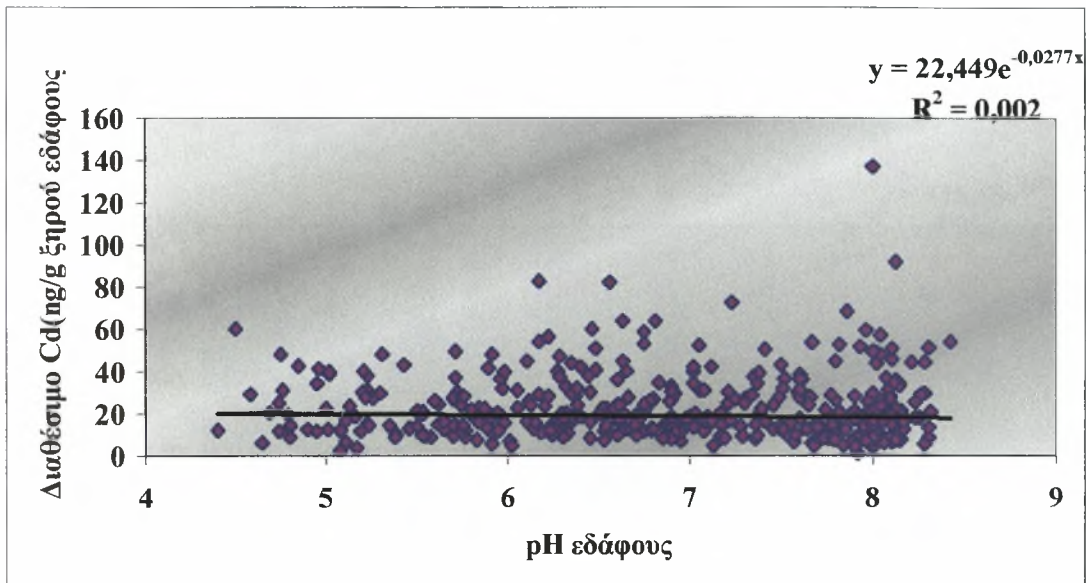
Πίνακας 10. Μέγιστες, ελάχιστες τιμές και μέσοι όροι των διαθέσιμων ποσοτήτων καδμίου ng/g με βάση το pH του εδάφους

Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH τους	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή
Πολύ ισχυρώς όξινα pH =4-5	25,20	60,00	6,12
Ισχυρώς όξινα pH =5,1-5,8	20,07	49,40	2,14
Μετρίως όξινα pH =5,9-6,5	24,20	82,80	4,42
Ουδέτερα pH =6,6-7,5	22,96	82,20	4,84
Ελαφρώς αλκαλικά pH =7,6-8,5	22,34	137,20	1,11
Αλκαλικά εδάφη pH >8,6			

Από τη μελέτη του πίνακα 10 διαπιστώνεται ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του καδμίου είναι 60 ng/g , η ελάχιστη 6,12 ng/g , και η μέση τιμή 25,20 ng/g . Στα ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του καδμίου είναι 49,40 ng/g , η ελάχιστη 2,14 ng/g , και η μέση τιμή 20,07 ng/g . Στα μετρίως όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του καδμίου είναι 82,8 ng/g , η ελάχιστη 4,42 ng/g και η μέση τιμή 24,20 ng/g .

ng/g. Στα ουδέτερα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του καδμίου είναι 89,2 ng/g, η ελάχιστη 4,84 ng/g και η μέση τιμή 22,96 ng/g. Τέλος, στα ελαφρώς αλκαλικά εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του καδμίου είναι 137,2 ng/g, η ελάχιστη 1,11 ng/g, και η μέση τιμή 22,34 ng/g.

Η μεταβολή του διαθέσιμου Cd σε σχέση με το pH του εδάφους φαίνεται στο διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5. Μεταβολή του διαθέσιμου Cd σε σχέση με το pH του εδάφους

Πίνακας 11: Μέγιστες, ελάχιστες τιμές και μέσοι όροι των διαθέσιμων ποσοτήτων μολύβδου (ng/g) με βάση το pH του εδάφους

Κατάταξη των εδαφών με βάση το pH τους	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή
Πολύ ισχυρώς όξινα pH=4-5	505,06	1384,8,00	140,00
Ισχυρώς όξινα pH=5,1-5,8	482,75	1368,00	105,00
Μετρίως όξινα pH=5,9-6,5	361,64	1302,00	72,00
Ουδέτερα pH=6,6-7,5	439,52	1521,60	56,16
Ελαφρώς αλκαλικά pH=7,6-8,5	456,54	1222,40	90,48
Αλκαλικά εδάφη pH>8,6			

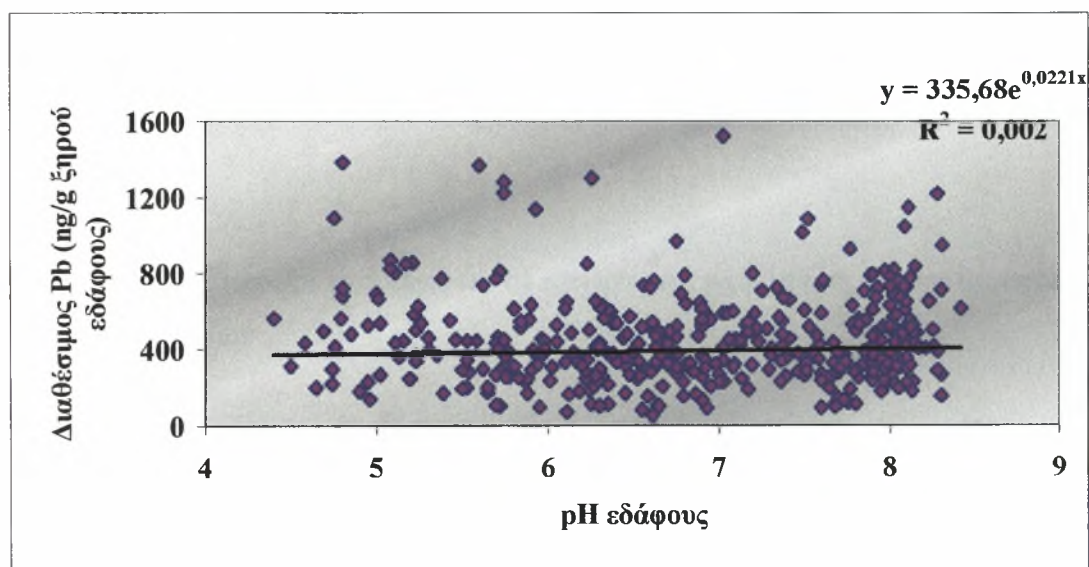
Από τη μελέτη του πίνακα 11 διαπιστώνεται ότι στα πολύ ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μολύβδου είναι 1384,8 ng/g, η ελάχιστη 140 ng/g, και η μέση τιμή 505,06 ng/g. Στα ισχυρώς όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μολύβδου είναι 1368ng/g, η ελάχιστη 105 ng/g και η μέση τιμή 482,75 ng/g. Στα μετρίως όξινα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης

ποσότητας του μολύβδου είναι 1302 ng/g, η ελάχιστη 72 ng/g, και η μέση τιμή 391,64 ng/g. Στα ουδέτερα εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μολύβδου είναι 1521,6 ng/g, η ελάχιστη 56,16 ng/g με μέση τιμή 439,52 ng/g.

Τέλος, στα

ελαφρώς αλκαλικά εδάφη η μέγιστη τιμή της διαθέσιμης ποσότητας του μολύβδου είναι 1222,4 ng/g, η ελάχιστη 90,48 ng/g και η μέση τιμή 456,54 ng/g.

Η μεταβολή του διαθέσιμου Pb σε σχέση με το pH του εδάφους φαίνεται στο διάγραμμα 6.



Διάγραμμα 6. Μεταβολή του διαθέσιμου Pb σε σχέση με το pH του εδάφους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων του εδάφους προσδιορίζεται με τη μέθοδο του DTPA. Η κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες γίνεται με βάση τη διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων όπως αναφέρεται στο *Soil and Plant Analysis*.

Στον πίνακα 12 παρουσιάζεται η κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων του εδάφους.

Πίνακας 12. Κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες με βάση τη διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Fe µg/g	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Mn µg/g
Πολύ χαμηλό	0-3	Πολύ χαμηλό	0-5
Χαμηλό	4-11	Χαμηλό	6-14
Μέσο	12-24	Μέσο	15-29
Υψηλό	25-50	Υψηλό	30-50
Πολύ υψηλό	> 50	Πολύ υψηλό	> 50

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Cu µg/g	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Zn µg/g
Πολύ χαμηλό	< 0,3	Πολύ χαμηλό	< 1
Χαμηλό	0,3-0,8	Χαμηλό	1,1-2,9
Μέσο	0,9-1,5	Μέσο	3,0-5,0
Υψηλό	1,6-3,0	Υψηλό	5,1-8,0
Πολύ υψηλό	> 3	Πολύ υψηλό	> 8,1

1. Για το νομό Λάρισας στο σύνολο των 169 δειγμάτων και σύμφωνα με τον πίνακα 12 η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων παρουσιάζεται ως εξής:

- ❖ Οι συγκεντρώσεις του διαθέσιμου ψευδαργύρου κυμαίνονται στα εξής επίπεδα: στα 151 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα ($<1\mu\text{g/g}$), στα 14 σε χαμηλά επίπεδα ($1,1-2,9\mu\text{g/g}$), στα 2 σε μέσα επίπεδα ($3,0-5,0\mu\text{g/g}$), στο 1 σε υψηλά επίπεδα ($5,1-8,0\mu\text{g/g}$) και τέλος στο 1 δείγμα σε πολύ υψηλά επίπεδα ($>8,1\mu\text{g/g}$).
 - ❖ Για τον χαλκό η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 9 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα ($<0,3\mu\text{g/g}$), στα 90 σε χαμηλά επίπεδα ($0,3-0,8\mu\text{g/g}$), στα 62 σε μέσα επίπεδα ($0,9-1,5\mu\text{g/g}$) και τέλος στα 8 σε υψηλά επίπεδα ($1,6-3,0\mu\text{g/g}$).
 - ❖ Για το μαγγάνιο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 23 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα ($0-5\mu\text{g/g}$), στα 74 σε χαμηλά επίπεδα ($6-14\mu\text{g/g}$), στα 54 σε μέσα επίπεδα ($15-29\mu\text{g/g}$), στα 16 σε υψηλά επίπεδα ($30-50\mu\text{g/g}$) και τέλος στα 2 δείγματα σε πολύ υψηλά επίπεδα ($>50\mu\text{g/g}$).
 - ❖ Για τον σίδηρο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 7 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα ($0-3\mu\text{g/g}$), στα 58 σε χαμηλά επίπεδα ($4-11\mu\text{g/g}$), στα 36 σε μέσα επίπεδα ($12-24\mu\text{g/g}$), στα 50 σε υψηλά επίπεδα ($25-50\mu\text{g/g}$) και τέλος στα 17 δείγματα σε πολύ υψηλά επίπεδα ($>50\mu\text{g/g}$).
 - ❖ Οι συγκεντρώσεις του διαθέσιμου καδμίου και μολύβδου βρίσκονται σε όλες τις περιοχές μελέτης σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά που έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ($3\mu\text{g/g}$ εδάφους και $300\mu\text{g/g}$ εδάφους αντίστοιχα).
2. Για το νομό Τρικάλων στο σύνολο των 94 δειγμάτων και σύμφωνα με τον πίνακα 12 η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων παρουσιάζεται ως εξής:
- ❖ Για τον ψευδάργυρο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 87 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα ($<1\mu\text{g/g}$), στα 6 σε χαμηλά επίπεδα ($1,1-2,9\mu\text{g/g}$), και τέλος στο 1 δείγμα σε πολύ υψηλά επίπεδα ($>8,1\mu\text{g/g}$).
 - ❖ Για τον χαλκό η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 49 σε χαμηλά επίπεδα ($0,3-0,8\mu\text{g/g}$), στα 40 σε μέσα επίπεδα ($0,9-1,5\mu\text{g/g}$) και τέλος στα 5 σε υψηλά επίπεδα ($1,6-3,0\mu\text{g/g}$).

- ❖ Για το μαγγάνιο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 29 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα (0-5μg/g), στα 54 σε χαμηλά επίπεδα (6-14 μg/g), στα 10 σε μέσα επίπεδα (15-29 μg/g) και τέλος στο 1 σε υψηλά επίπεδα (30-50 μg/g).
 - ❖ Για τον σίδηρο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 7 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα (0-3μg/g), στα 67 σε χαμηλά επίπεδα (4-11 μg/g), στα 15 σε μέσα επίπεδα (12-24 μg/g) και τέλος στα 4 σε υψηλά επίπεδα (25-50 μg/g).
 - ❖ Οι συγκεντρώσεις του διαθέσιμου καδμίου και μολύβδου βρίσκονται σε όλες τις περιοχές μελέτης σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά που έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (3 μg/g εδάφους και 300 μg/g εδάφους αντίστοιχα).
3. Για το νομό Καρδίτσας στο σύνολο των 146 δειγμάτων και σύμφωνα με τον πίνακα 12 η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων παρουσιάζεται ως εξής:
- ❖ Για τον ψευδάργυρο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 111 δείγματα σε πολύ χαμηλά επίπεδα (<1μg/g) και στα 35 σε χαμηλά επίπεδα (1,1-2,9 μg/g).
 - ❖ Για τον χαλκό η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 30 σε χαμηλά επίπεδα (0,3-0,8 μg/g), στα 67 σε μέσα επίπεδα (0,9-1,5μg/g) και τέλος στα 49 σε υψηλά επίπεδα (1,6-3,0 μg/g).
 - ❖ Για το μαγγάνιο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 44 σε χαμηλά επίπεδα (6-14 μg/g), στα 54 σε μέσα επίπεδα (15-29 μg/g), στα 25 σε υψηλά επίπεδα (30-50 μg/g) και τέλος στα 22 δείγματα σε πολύ υψηλά επίπεδα (>50 μg/g).
 - ❖ Για το σίδηρο η διαθεσιμότητα βρίσκεται στα εξής επίπεδα: στα 10 σε χαμηλά επίπεδα (4-11 μg/g), στα 24 σε μέσα επίπεδα (12-24 μg/g), σε 45 σε υψηλά επίπεδα (25-50 μg/g) και τέλος στα 40 δείγματα σε πολύ υψηλά επίπεδα (>50 μg/g) .
 - ❖ Οι συγκεντρώσεις του διαθέσιμου καδμίου και μολύβδου βρίσκονται σε όλες τις περιοχές μελέτης σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά που έχουν καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση (3 μg/g εδάφους και 300 μg/g εδάφους αντίστοιχα).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aubert, H., and Pinta M., 1977. Trace elements in soils. Elsevier North Holland, Inc., New York, p.39-42.
2. Babich, H. & Stotgky, G., 1985. Heavy metal toxicity to microbe-mediated ecologic processes: A review and potential application to regulatory policies. *Environmental Research* **36**, 111-137.
3. Brady, N.C., and Weil, R.R., 1996 The Nature and Properties of Soils. 11th ed. Prentice Hall International Editions. New Jersey, USA.
4. Cast. 1976. *Application of sewage sludge to cropland appraisal of potential hazards of the heavy metals to plants and animals*. Report No. 64. Council for Agricultural Science and Technology. Ames. Iowa.
5. Cline, G.R. & O'Conner, G.A., 1984. Cadmium sorption and mobility in sludge-amended soil. *Soil science* **138**, 248-254.
6. Davies, B. E., and Lewin J., 1974. Chronosequences in alluvial soils with special reference to historic lead pollution in Cardiganshire, Wales. *Environ. Pollut.* **6**:49-57.
7. Fasset, D.W., 1975. Cadmium: Biological effects and occurrence in the environment. *Annual Review of Pharmacology* **15**, 425-435.
8. Friberg, L., Piscator, M., Nordberg, G.F. & Kjellström, T., 1974. *Cadmium in the Environment*. C.R.C. Press. Inc. Cleveland. Ohio.
9. Haane, H.C.H. & Kroontje, W., 1973. Significance of pH and chloride concentration on behavior of heavy metal pollutants: Mercury (11), cadmium (11), zinc (11), and lead (11). *Journal of Environmental Quality* **2**, 444-450.
10. Hansley, T.D., Redborg, K.E., Ziegler, E.L. & Alexander, J.D., 1982. Effect of soil cation exchange capacity on the uptake of cadmium by corn. *Soil Science Society of America Journal* **46**, 490-497.
11. John, M.K., 1971. Influence of soil characteristics on adsorption and desorption of cadmium. *Environ. Letters*, **2**, 173-9.
12. Kiekens, L., 1995. Zinc, P., 284-305. In B.J. Alloway (ed). Heavy metals in soils. 2nd ed. Blackie Academic & Professional-London.
13. Lake, D.L., Kirk, P.W & Lester, J.N., 1984. Fractionation, characterization and speciation of heavy metals in sewage sludge and sludge-amended soils: a review. *Journal of Environmental Quality* **13**, 175-183.

14. Lindsay, W.L. & Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper soils. *Soil Science Society of America Journal* **42**, 421-428.
15. Lindsay, W.L., 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons. New York.
16. Lindsay, W.L., 1991. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soil. P. 96-103. In J.J. Mortvedt et al (eds). *Micronutrients in agriculture*. 2nd ed. SSSA, Madison, WI.
17. Μήτσιος, Ι.Κ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
18. Μήτσιος, Ι.Κ., 1999. Εδαφολογία. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
19. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου, Έδεσσα, 6-9 Μαΐου 1992, 402-406.
20. Rusf, G., Salbu, B., Singh, B.R. & Sifinnes, E., 1994. Distribution of ¹⁰⁰Cd among different soil fractions studied by sequential extraction technique. *Water Air and Soil Pollution*, in press.
21. Shuman, L.M., 1991. Chemical forms of micronutrients in soils. p:113-144. In J.J. Mortvedt et al (eds). *Micronutrients in agriculture*. 2nd ed. SSSA, Madison, WI.
22. Sposito, G., Lund, L.J. & Chang, A.C., 1982. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended with sewage sludge: 1. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. *Soil Science Society of America Journal* **46**, 260-264.
23. Stover, R.C., Sommers, L.E & Silviera, D.J., 1976. Evaluation of metals in wastewater sludge. *Journal of Water Pollution Control Federation* **48**, 2165-2175.
24. Street, J.J., Lindsay, W.L. & Sabey, B.R., 1977. Solubility and plant uptake of cadmium in soils amended with cadmium and sewage sludge. *Journal of Environmental Quality* **6**, 72-77.
25. Williams, C.H. & David, D.J., 1976. The accumulation in soil of cadmium residues from phosphate fertilizers and their effect on the cadmium content of plants. *Soil Science* **12**, 86-93.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					Pb ng/g
				Αργίλος %	Άμμος %	Γλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	
001/128	7,3	436	1,3	27,7	39,5	32,8	CL	0,83	1,8	44,15	35,02	27,28	405,24
001/129	6,9	372	1,0	15	42,2	42,8	L	0,66	0,79	23,02	28,8	26,41	363,36
001/130	7,4	436	1,2	20,4	39,8	39,8	L	1	1,31	24,92	21,21	19,03	548
001/131	7,6	488	1,3	25,3	32,2	42,4	L	1,03	1,76	26,96	30,58	29,86	426
001/132	6,0	458	1,8	27,3	25,1	47,6	SiL	1,28	1,23	50,42	57,38	31,84	378,52
001/133	7,2	464	1,3	29,6	33,1	37,3	CL	1,1	0,98	48,3	39,2	30,1	485
001/134	6,4	647	1,5	29,5	24,4	46,2	CL	1,05	2,07	60,12	48,45	28,11	601,52
001/135	6,8	416	1,5	23,5	35,7	40,8	L	-1,25	1,22	37,72	34,15	24	522
001/136	5,5	376	1,3	16,7	49,4	37,9	L	0,73	0,57	32,32	31	20,64	198,28
001/137	6,8	577	1,2	21,9	40	38,1	L	0,69	0,6	31,6	19,98	20,48	270,84
001/138	7,4	341	1,2	23,5	34,8	41,7	L	0,53	0,5	28,6	11,78	21,17	258
001/139	7,8	633	1,1	41,6	18	40,4	SiC	0,44	1,33	9,12	17,2	20,92	560
001/140	6,2	449	1,7	24,4	27,9	47,7	SiL	0,75	1,34	8,25	40,37	28,95	334,08
001/141	6,7	497	1,3	19,8	38,2	42,1	L	0,69	0,62	42,8	16,61	19,42	311,8
007/31	7,0	295	0,9	32,5	42	25,5	CL	1,07	1,56	37,14	27,02	40	404
007/32	6,5	364	1,4	23,3	41,3	35,4	L	1,27	0,47	9,64	23,42	40,8	267
007/33	7,0	407	1,9	30,9	34,3	34,8	CL	0,56	0,78	9,4	18,49	15,11	266,7
007/34	7,7	295	1,1	26,8	41,5	31,7	L	0,39	0,66	6,57	9,76	14,3	112
007/35	7,0	375	1,4	22,5	43,6	33,9	L	0,68	0,57	6,66	10,68	15,8	232
007/36	7,1	355	0,8	40,7	24	35,3	CL	1,04	1,52	32,68	17,52	18,4	452
007/37	6,9	290	1,8	31,1	34	34,8	CL	0,44	1,25	17,04	25,55	11,2	92
007/38	5,7	364	1,6	29,4	34,2	36,4	CL	0,77	1,12	44,45	46,32	14	105



Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
007/39	6,2	282	1,4	22,1	39,3	38,7	L	0,87	0,52	12,06	21,08	12,11	185,24
007/40	4,9	270	1,2	26,5	38	35,5	L	0,83	1,06	66,7	69,26	12,3	180
007/41	4,8	320	0,5	24,7	37,9	37,4	L	1,06	1,25	100,4	96,96	14	680
007/42	4,4	333	1,5	23,5	45,3	31,2	L	1,06	1,24	89,1	89,9	11,8	564
007/43	6,6	319	1,2	28,2	32,6	39,2	CL	0,92	1,14	20,82	28,08	16,3	110
007/44	6,3	320	1,3	24,7	41	34,3	L	1,06	1,4	64	78,56	14,8	434
007/45	6,4	410	1,1	31,3	30,6	38,2	CL	0,57	0,68	20,32	20,86	16,2	605,6
007/46	6,1	278	0,8	24,6	42,3	33,1	L	0,91	0,84	27,3	6,32	15,3	72
007/47	6,5	385	1,3	32,6	33	34,4	CL	0,55	1	16,6	25,2	22,03	271,16
007/48	7,0	345	1,2	28,4	34,7	36,9	CL	0,61	0,99	15,3	21,3	7,06	203,6
007/49	6,9	550	1,5	28,7	37,8	33,4	CL	0,5	1,36	11,63	14,56	18,6	134
007/50	7,7	390	1,9	29,2	24,9	45,9	CL	0,53	1,13	10,2	10,49	15,2	278
007/51	6,7	316	1,1	20,2	46,9	32,9	L	0,94	0,32	7,71	18,67	12,3	105
007/52	6,4	281	0,8	22,9	44,6	32,4	L	0,98	0,71	15,16	25,27	18,3	113
007/53	6,7	522	1,2	28,7	39,6	31,7	CL	0,92	1,09	10,44	17,81	15,2	205
007/54	5,6	395	1,4	23,7	39,3	37	L	1,19	0,84	26,17	54,26	14,8	298
007/55	6,5	479	0,8	27,4	35,6	36,9	CL	0,62	0,55	14,45	22,02	22,27	245,56
007/56	5,0	592	0,9	28,8	36,7	34,5	CL	0,92	0,92	73,1	61,57	38,8	268
007/57	5,7	360	1,1	25,3	29,4	45,3	L	0,98	1,1	72,3	60,3	9,4	107,76
007/58	6,9	399	1,1	23,3	41,1	35,6	L	0,74	0,57	20,29	70,96	14,6	165
008/67	6,9	694	0,7	38,6	32,1	29,4	CL	1,14	2,89	14,11	16,74	14,3	470
008/68	6,9	596	1,1	45,3	33,5	21,2	C	0,84	1,8	7,93	16,4	15,2	342

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
	1/1						CL	0,59	1,63	6,09	14,2	16,4	800
008/69	7,2	502	1,3	28	38,8	33,2	CL	0,53	0,78	5,45	4,44	18,4	230,52
011/87	7,0	442	1,0	24	49,3	26,7	SCL	0,61	0,76	5,25	4,58	16	315,64
011/88	8,0	348	1,1	23,1	44	32,9	L	0,46	1,5	19,2	6,78	21,14	255,16
011/88α	7,9	390	1,2	33,1	40	26,9	CL	1,49	2,38	39,15	59,09	47,9	389,12
013/110	5,9	153,2	1,2	24,4	47,3	28,3	SCL	0,66	2,24	42,42	16,18	38,16	739,8
013/111	7,6	205	1,9	35,3	27,3	37,4	CL	0,78	2,51	58,85	59,48	41,77	557,72
013/112	5,9	207	1,3	27,6	34,7	37,6	CL	0,69	1,85	32,6	37,96	30,22	285,2
013/113	5,7	307	1,1	27,9	36,4	35,8	CL	1,01	1,11	15,69	12,4	24,4	740
016/61	5,6	558	0,8	20,7	41,8	37,4	L	0,86	2,29	6,97	20,42	27,6	1014
016/62	7,5	605	1,6	42,7	23,3	34	C	0,42	2,12	12,63	18,67	16,8	508
016/63	7,2	550	1,3	41,1	27,8	31	C	0,83	1,81	13,88	28	27	790
016/64	6,8	587	1,6	34,7	30,6	34,7	CL	1,03	1,46	22	48,64	54,15	363,28
016/65	6,2	495	1,8	29,3	32,6	38,2	CL	0,65	2,21	15,49	20,78	37,6	570
016/66	7,4	503	1,2	44,2	27,3	28,6	C	0,87	0,91	33,05	44,4	40,2	206
017/89	6,3	380	1,3	29,4	22	48,6	CL	1,16	0,78	36,86	91,1	30,8	452
017/90	7,1	161,7	1,1	22,6	45,6	31,8	L	0,89	1,27	53,2	63,54	42,6	484
017/91	4,9	486	1,4	33,5	22,6	43,9	CL	0,94	1,24	48,6	81,01	30,9	502
017/92	5,2	290	1,3	30,2	28,6	41,2	CL	1,11	1,09	60,26	72,72	49,4	466,52
017/93	5,7	558	1,0	28,6	35,6	35,8	CL	1,1	1,14	57,7	89,72	42,8	554
017/94	5,4	436	1,1	29,3	40,6	30,2	CL	1,36	1,46	44,32	119,36	27,32	539,12
019/95	5,3	271	1,2	24	40	36	L	0,77	0,58	17,66	30,24	21,15	192,44
019/96	5,5	290	1,0	22,7	38,8	38,5	L						

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
019/97	4,8	310	1,8	30	38,4	31,6	CL	0,78	1,94	127,5	163	48	1092,8
019/98	6,0	305	2,0	27	35,6	37,4	L	1,1	1,24	51,25	59,96	36,4	456,8
019/99	5,7	333	1,2	30,5	50	19,5	SCL	0,8	2,03	56	104,54	26,8	434
019/100	6,7	289	1,5	30	30,6	39,4	CL	0,93	0,84	7,72	15,89	18,06	342,2
019/101	5,0	320	1,5	28	35,3	36,7	CL	0,83	1,99	66,66	151,46	22	692
019/102	5,9	293	0,9	27,5	26	46,5	CL	0,85	1,43	14,75	28,62	18,8	308
019/103	5,0	350	1,6	26	40,7	33,3	L	0,94	0,74	24,78	19	34	230
019/104	4,8	570	1,4	24,6	39,1	36,3	L	1,09	0,41	48,8	53,38	31,13	413,28
019/105	5,7	340	1,4	26,7	41,3	32	L	1,09	0,61	28,16	79,78	37,2	407,4
025/1	7,2	250	1,2	29,3	33,3	37,4	CL	0,45	1,05	10,2	15,35	24,9	588
025/2	6,9	311	1,1	27,2	38,6	34,2	CL	0,81	1,07	11,9	20,72	26	646
025/3	6,5	236	0,7	20,7	49	30,3	CL	1,21	1	16,82	13,58	16,03	318
025/4	6,9	305	1,5	28,1	32	39,9	L	0,75	1,06	12,78	13,78	32,8	612
025/5	6,2	208	1,1	22,9	41,1	36	CL	0,9	0,84	7,9	32,88	56,3	244
025/6	6,3	290	1,1	27,4	30,9	41,7	L	0,86	1,1	13,76	37	32,8	632
025/7	6,3	464	1,2	27,8	39,6	32,5	CL	0,84	1,04	11,25	32	10,8	562
025/8	6,4	407	2,0	22,6	43,1	34,3	L	0,89	1,1	17	62,74	29,6	378
025/9	6,38	230	0,8	32,5	50	17,5	SCL	0,86	1,75	58	72	24	540
025/10	7,4	366	1,5	24,8	38	37,2	L	0,9	0,89	7,54	13,32	16	454
025/11	7,0	380	1,4	24,6	33,3	42,1	L	1,26	1,06	8,58	13,52	34,4	404
025/12	7,2	305	1,6	31,3	41,1	27,6	CL	0,73	0,75	6,8	17,34	72,6	442
025/13	7,5	396	1,0	28	41,6	30,4	CL	0,94	0,79	6,39	15,23	12,4	378

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
025/14	6,8	596	1,5	33,5	30	36,5	CL	0,86	1,28	15,31	16,06	64	642
025/15	6,6	360	0,7	32,7	26,6	40,8	CL	0,75	1,55	26,24	27,71	82,2	736
025/16	6,6	305	1,1	23,8	37,3	38,9	L	0,94	0,9	9,28	19,54	12,2	758
025/17	5,7	417	2,0	34,6	27,4	38,1	CL	1,06	1,97	24	61,63	26	812
025/18	6,3	305	1,3	32,7	33,8	33,5	CL	1,88	1,57	17	34,6	20	622
025/19	6,4	336	0,6	34,7	35	30,3	CL	2,01	2,03	25,73	59,33	44	216
025/20	8,0	350	2,0	24	33,8	42,2	L	0,71	1,55	7,34	15,64	20	692
025/21	6,4	346	1,6	23,3	34	42,7	L	0,76	0,75	28	31,73	38	460
025/22	4,5	360	1,2	22,2	42,4	35,4	L	0,94	0,72	32,68	61,64	60	314
025/23	5,0	260	0,7	22,7	39	38,3	L	1,6	1,47	50	91,46	41,2	140
025/24	5,7	287	1,6	29,3	32,4	38,4	CL	0,88	1,63	26,4	62,48	27,6	774
025/25	7,1	306	1,7	24	36,6	39,4	L	1,18	0,9	29	17,78	42	424
025/26	6,3	260	1,7	35,6	35,4	28,9	CL	1,19	1,8	22	35,52	37,6	658
025/27	6,5	344	1,5	26,8	30,7	42,5	L	0,56	0,61	12,88	19,83	19,76	394,28
025/28	6,1	362	1,9	26,4	34,7	38,8	L	0,93	1,07	26	30,32	26	650
025/29	6,0	360	0,3	22,5	57,3	20,2	SCL	1,51	1,05	46	41,7	40	448
025/30	6,1	574	1,4	27,3	42,9	29,8	CL	1,26	1,08	28,6	35,74	16	614
029/70	6,2	439	1,4	30,4	38,7	30,9	CL	0,93	1,56	61,65	31,24	82,8	332
029/71	6,4	400	1,1	28	45,3	26,7	SCL	0,66	1,49	43,45	27,45	42,3	540
029/72	6,8	450	1,6	35,3	29,3	35,4	CL	0,62	1,58	15,45	21,34	58,6	466
029/73	6,2	297	1,0	32,7	37,4	29,9	CLC	0,37	1,49	65,51	26,89	28,3	288
029/74	6,6	445	1,4	40,7	34,1	25,2	SCL	0,56	1,9	20,09	17,71	18,42	304

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
029/75	6,7	430	0,2	30,5	55,3	14,2	CL	1,03	1,95	52	33,56	40,1	326
029/76	6,6	424	1,3	28,6	42,7	28,7	L	0,66	1,73	16,08	21,96	20,22	334
029/77	6,1	265	0,8	23,4	48,2	28,4	CL	0,98	1,34	16,6	13,17	44,8	334
029/78	7,4	538	1,3	35,2	37,3	27,5	C	1,24	1,55	10,53	8,99	50,32	662
029/79	7,3	773	1,9	56,7	26,1	17,2	C	0,63	2,7	16,1	14,93	26,88	708
029/80	7,0	929	1,8	61,3	22,3	16,4	C	0,82	2,51	11,8	16,98	42,31	590
029/81	7,3	863	1,0	62,7	21,1	16,2	C	0,5	2,38	13,86	17,14	28,48	724
029/82	6,5	910	1,4	56,4	24,8	18,9	C	0,62	1,43	20,85	46,4	50,8	576
029/83	7,6	1069	1,2	62,7	23,3	14,1	C	0,55	1,9	7,42	7,63	36,18	764
029/84	7,5	749	2,4	56,8	25,2	18	C	0,59	1,84	7,07	10,98	36,33	1088
029/85	7,1	650	4,1	29,7	44,6	25,7	SCL	0,62	1,74	21,21	33,1	52,28	588
029/86	6,9	347	1,4	29,9	41,5	28,7	CL	0,49	1,44	10,71	14,94	16,18	540
037/106	6,3	448	1,6	31,3	33,4	35,3	CL	0,39	1,97	21,46	22	47	413,36
037/107	5,2	337	1,0	26,8	45,1	28,2	SCL	0,51	1,46	18,81	18,05	30	246
037/108	5,8	291	1,7	29,9	30	40,1	CL	0,46	2,19	36,8	29	22,56	518
037/109	5,7	181,8	1,9	31,3	35,1	33,6	CL	0,84	2,76	35,2	32,4	28,2	453,28
039/59	6,6	610	1,2	36,6	28,7	34,7	CL	0,73	2,07	17,23	27,38	44,8	416
039/60	6,6	620	1,7	33,3	30	36,7	CL	0,71	2,01	13,21	37	36,18	512
040/116	6,6	354	1,1	23	48,1	28,9	SCL	0,48	0,9	10,16	63,95	16,47	80,72
040/117	4,8	305	1,9	30,9	30,6	38,6	CL	0,67	1,63	76,65	71,83	14,52	721,44
040/118	7,1	310	0,9	27,4	47,8	24,7	SCL	0,35	1,25	10,16	20,14	11,49	601,6
040/119	5,5	231	1,5	28,6	36,7	34,7	CL	0,34	1,46	22,6	43,26	20,05	345

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
040/120	5,0	275	0,7	30	44,6	25,4	SCL	0,4	0,68	24,56	38,41	11,35	528
040/121	4,7	143	1,7	24,6	40,7	34,7	L	0,6	0,73	16,06	38,67	20,4	499,12
040/122	6,5	250	1,0	29,3	33,6	37,2	CL	0,31	1,16	10,8	15,56	13,18	322,96
040/123	5,9	230	2,3	30,6	36,4	33	CL	0,37	1,3	11,63	13,06	22,21	230
040/124	4,6	333	1,2	26,8	41,9	31,3	L	0,68	0,86	8,25	50,34	29,2	438
040/125	5,2	205	1,6	25,8	41,1	33,1	L	0,46	1	27,3	30,69	38	370,4
040/126	6,1	305	1,7	28	28,4	43,6	L	0,64	1,9	50,7	72,3	30,87	441,92
040/127	5,2	154	1,6	24,4	45,4	30,1	L	0,62	1,66	60,52	70,85	27,66	584
041/142	5,8	351	2,4	39,7	32	28,3	CL	0,47	1,3	27,11	67,8	8,76	258,6
041/143	5,3	360	1,6	44,4	29,2	26,4	C	0,68	1,93	21,28	67,21	29,45	460,76
041/144	5,0	361	1,5	28,1	30,6	41,3	CL	0,83	1,2	30,76	58,42	39,77	536,76
041/145	6,5	290	1,4	24,6	30,7	44,7	CL	0,55	0,92	22,3	60,4	29,99	359,92
053/114	4,7	200	1,6	28,9	35,9	35	CL	0,54	0,72	14,4	27,74	24,8	296
053/115	5,2	228	1,7	31,3	37,2	31,6	CL	0,67	1,84	39,06	70,36	40,34	856,86
031/30	6,8	250	1,2	28,4	41,2	30,4	CL	0,60	0,82	16,96	22,95	53,00	970,80
031/31	8,3	313	1,4	30,9	25,1	44,0	CL	0,65	0,91	3,26	6,10	20,82	950,36
031/32	7,9	250	1,8	19,7	53,0	27,3	SL	0,61	0,47	10,20	2,20	8,15	236,08
031/33	8,1	312	1,6	26,6	38,7	34,7	CL	0,62	0,73	8,60	3,66	9,36	355,84
031/34	8,1	320	1,5	37,3	38,4	24,4	CL	0,27	0,60	7,90	1,10	9,20	302,88
031/35	7,4	306	1,4	28,8	30,2	41,1	CL	0,75	0,69	7,47	4,92	39,33	672,96
031/36	7,6	350	0,9	27,6	42,4	30,0	CL	0,47	0,75	5,30	5,52	15,16	385,68
031/37	8,3	238	1,9	20,9	52,0	27,1	SCL	0,73	0,47	5,50	3,20	8,60	269,12

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
031/38	8,1	313	1,3	22,0	54,4	23,6	SCL	0,53	1,38	16,29	8,62	28,24	1046,00
031/39	8,0	325	1,5	28,9	37,8	33,3	CL	0,30	1,06	6,87	9,16	44,00	686,08
031/40	8,0	320	1,1	22,0	55,6	22,4	SCL	0,31	0,67	7,20	3,76	8,66	496,72
031/41	8,2	334	1,7	34,6	27,4	38,0	CL	0,44	0,93	5,84	4,83	21,35	836,44
031/42	8,0	422	1,9	34,3	20,6	45,2	CL	0,55	0,90	5,06	6,10	26,00	817,68
031/43	8,1	300	1,0	22,6	46,8	30,6	L	0,32	0,68	5,94	4,83	24,80	763,28
031/44	8,1	320	1,8	28,4	35,5	36,2	CL	0,62	0,67	6,09	4,28	22,62	727,26
031/45	8,2	226	1,0	23,4	49,8	26,7	SCL	0,47	0,75	5,72	4,30	25,40	658,52
031/46	8,1	375	1,6	31,2	34,7	34,0	CL	0,33	0,70	5,74	4,20	6,59	526,00
031/47	8,1	440	1,6	40,4	16,3	43,3	SiL	0,49	0,90	5,65	6,08	31,40	732,00
031/48	7,9	356	1,6	31,4	38,7	29,9	CL	0,37	0,88	13,89	7,75	17,84	608,32
031/48a	8,2	245	1,0	24,6	46,7	28,7	SCL	0,37	0,48	6,34	3,13	16,23	407,00
029/1	8,0	345	1,2	33,1	41,2	25,7	CL	0,61	1,91	9,60	10,68	10,90	446,08
029/2	8,1	377	1,7	43,3	22,7	34,0	CL	0,37	1,79	8,85	9,34	36,00	556,00
029/3	7,8	388	1,8	34,0	23,0	43,0	CL	0,51	1,15	9,20	6,32	5,14	316,96
029/4	7,9	342	1,7	38,6	34,7	26,7	CL	0,39	1,45	8,30	6,02	9,96	366,16
029/5	8,0	426	1,9	37,2	34,8	28,1	CL	0,24	0,74	3,43	2,54	9,36	310,56
029/6	8,0	374	1,0	37,5	30,2	31,9	CL	0,10	0,44	3,52	11,05	5,18	230,00
029/7	8,0	385	0,9	28,1	46,6	25,4	SCL	0,75	0,60	2,59	5,84	10,86	236,72
029/8	8,1	394	1,3	45,5	21,1	33,4	C	0,60	1,28	10,51	4,72	8,60	514,00
029/9	7,2	324	1,0	26,6	47,4	26,0	SCL	0,48	1,07	5,13	31,24	7,31	530,00
029/10	8,0	299	1,3	38,4	20,7	40,9	CL	0,67	1,03	6,20	4,05	8,50	568,00

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
029/11	7,9	321	1,1	29,9	34,3	35,8	CL	0,82	0,83	4,90	5,8	8,40	418,20
029/12	8,0	563	1,5	49,1	16,8	34,1	C	0,26	0,56	4,45	6,88	11,65	178,08
029/13	8,0	433	1,6	45,1	27,2	27,7	C	0,31	0,62	3,68	3,51	5,30	272,80
029/14	7,9	407	1,9	36,0	26,7	37,3	CL	0,29	0,76	4,88	4,01	6,11	334,48
029/15	7,5	399	2,1	34,4	37,4	28,1	CL	0,12	0,82	4,35	3,29	9,96	515,52
029/16	7,8	471	1,8	26,0	44,6	29,4	SCL	0,40	1,18	5,95	5,42	18,20	928,00
029/17	8,2	525	1,8	46,3	23,6	30,2	C	0,34	0,83	3,11	3,02	7,64	424,48
029/18	8,0	482	1,7	49,1	18,0	32,9	C	0,49	1,51	6,34	0,94	7,20	822,50
029/19	7,6	278	1,8	34,0	35,3	30,7	CL	1,00	1,19	10,70	8,78	6,60	470,20
029/20	7,9	452	1,0	27,1	35,6	37,3	L	0,77	0,54	2,52	2,34	7,88	385,68
029/21	8,1	302	1,8	31,1	39,2	29,6	CL	0,33	1,19	5,82	4,84	5,80	670,20
029/22	8,0	433	1,9	23,1	44,7	32,2	L	0,27	0,50	15,42	39,22	11,71	343,28
029/23	7,9	372	1,9	34,4	41,5	24,2	CL	0,22	0,87	3,66	4,97	8,19	481,80
029/24	7,7	526	1,3	44,3	16,9	38,8	C	0,08	0,51	3,09	4,97	6,22	329,36
029/25	7,9	455	1,0	43,9	25,9	30,2	C	0,11	0,70	2,63	3,34	5,92	327,76
029/26	8,0	432	1,2	31,1	33,2	33,6	CL	0,68	0,60	1,71	4,24	8,99	376,96
029/27	7,9	399	1,3	34,1	41,3	24,7	CL	0,49	1,35	4,61	6,68	6,28	790,20
029/28	7,7	305	1,4	37,8	38,3	23,9	CL	0,22	0,61	2,21	6,75	10,76	373,76
029/29	7,6	432	1,9	30,0	44,4	25,6	CL	0,21	0,65	2,45	6,30	10,32	350,50
005/49	8,1	364	1,7	34,6	35,4	30,0	CL	0,74	0,71	6,80	12,30	19,24	455,92
005/50	7,9	355	1,7	35,6	38,4	26,0	CL	0,59	1,06	4,72	5,52	20,72	281,60
005/51	8,0	366	1,7	29,3	33,4	37,3	CL	0,68	0,86	5,19	3,74	13,86	347,44

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
005/52	6,9	214	1,5	35,3	35,4	29,3	CL	0,63	1,05	24,84	14,34	29,61	593,68
005/53	8,0	420	1,2	32,9	38,2	28,9	CL	0,49	0,90	4,50	3,86	20,91	297,92
005/54	8,0	434	1,9	42,9	29,8	27,3	C	0,45	1,02	5,20	5,12	26,53	351,68
015/67	7,0	305	0,8	21,4	48,2	30,4	L	2,49	1,29	8,63	10,10	11,04	560,80
015/68	7,8	366	1,1	18,9	55,4	25,6	SL	1,67	0,60	6,50	2,08	14,54	630,08
015/69	6,6	349	1,1	27,3	30,7	42,0	L	0,43	0,55	6,94	11,42	10,42	519,84
015/70	6,8	303	1,3	21,0	40,9	38,2	L	1,40	1,38	8,70	19,78	11,60	307,84
015/71	7,0	420	1,1	18,4	48,9	32,7	L	1,04	0,78	1,04	6,38	15,50	412,24
015/72	7,8	324	1,9	19,3	49,8	30,9	L	0,67	0,46	6,50	7,01	15,54	545,36
015/73	8,0	240	0,9	16,3	53,4	30,3	SL	1,02	0,48	15,21	2,99	18,62	439,84
015/74	7,2	312	1,1	31,5	42,0	26,5	CL	0,41	0,43	6,75	8,75	9,40	492,32
015/75	7,5	313	1,2	27,2	27,3	45,5	L	0,44	0,46	6,15	6,48	12,44	603,84
015/76	8,3	306	1,3	33,3	36,0	30,7	CL	0,37	0,31	3,18	4,47	5,54	390,40
010/77	6,0	560	1,9	26,7	43,0	30,3	L	0,25	0,76	22,17	16,46	6,84	234,72
010/78	5,9	374	1,8	31,7	28,2	40,4	CL	0,18	0,63	10,34	9,87	15,34	167,92
010/79	6,8	251	1,9	29,9	22,7	47,4	CL	0,24	0,61	7,42	5,06	11,96	153,60
010/80	7,9	514	1,7	43,1	20,3	36,6	CL	0,37	1,76	25,40	21,38	16,84	388,48
010/81	6,8	589	2,2	41,2	16,0	42,8	SiC	0,28	0,72	10,59	4,97	13,04	228,40
010/82	7,8	835	1,9	20,6	54,7	24,7	SiC	0,35	0,77	10,40	15,30	7,80	118,50
010/83	7,8	534	1,8	25,4	50,6	24,0	SCL	0,65	0,68	11,50	13,20	10,30	112,30
010/84	7,7	555	1,4	37,1	43,4	19,4	CL	0,37	0,96	23,06	18,60	11,58	145,92
010/85	6,3	351	1,1	24,6	47,8	27,6	L	0,53	0,80	15,50	19,83	15,68	112,88

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
				Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %							
	1/1												
017/86	7,7	353	1,8	31,3	23,5	45,3	CL	0,40	1,12	5,64	5,78	8,25	131,76
017/87	7,9	318	1,4	41,3	18,0	40,7	SiC	0,52	0,96	5,77	7,04	14,48	377,60
017/88	7,5	383	1,6	26,7	35,4	37,9	L	0,48	0,85	7,72	10,80	14,20	296,00
017/89	7,9	389	1,5	29,4	22,0	48,6	CL	0,16	0,71	5,94	5,31	17,68	371,44
017/90	7,8	398	2,0	22,6	45,6	31,8	L	0,23	0,59	7,38	11,05	26,18	291,68
017/91	7,8	359	1,6	33,5	22,6	43,9	CL	0,38	0,44	5,97	9,90	8,74	534,56
017/92	7,9	336	1,5	30,2	28,6	41,2	CL	0,36	0,84	12,60	22,40	28,10	466,64
017/93	7,5	387	1,3	26,2	35,0	37,6	L	0,80	0,66	26,20	49,25	42,82	261,18
017/94	7,6	432	1,3	26,7	34,8	38,2	L	0,66	0,88	31,97	45,25	27,97	270,80
034/55	8,3	564	1,1	54,4	19,9	25,7	C	0,24	2,18	3,27	15,25	44,56	1222,40
034/56	8,1	334	1,3	30,8	34,2	35,1	CL	0,25	0,70	3,77	5,97	37,18	481,60
034/57	8,1	452	1,3	30,6	39,4	30,0	CL	0,61	0,62	3,85	8,24	45,80	298,32
034/58	8,1	332	1,6	35,6	26,5	37,9	CL	0,16	0,96	3,29	8,24	10,76	419,36
034/59	7,7	336	1,1	25,3	41,3	33,4	C	0,38	0,90	4,68	6,54	12,68	301,76
034/60	8,1	551	0,9	48,4	21,2	30,4	C	0,16	1,21	2,72	3,81	27,36	610,08
034/61	8,0	459	1,0	41,1	23,5	35,4	C	0,27	0,93	5,38	10,50	49,20	519,04
034/62	8,2	262	1,5	35,3	36,7	28,0	CL	0,18	0,60	4,52	4,17	44,40	405,20
034/63	8,0	266	1,7	33,4	35,5	31,1	CL	0,41	0,94	5,21	6,98	48,10	352,16
034/64	7,9	260	2,2	28,1	50,4	21,6	SCL	0,30	0,77	6,75	6,41	68,36	552,00
034/65	7,7	432	0,8	30,6	38,0	31,4	CL	0,26	0,60	6,33	7,50	27,56	256,40
034/66	7,5	312	1,5	33,3	35,4	31,3	CL	0,32	0,47	4,45	5,78	23,84	281,68
013/32	6,8	198	1,7	28,9	33,4	37,6	CL	1,25	1,46	21,88	21,27	26,10	692,00

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %							
013/33	7,1	172	1,2	24,0	51,6	24,4	SCL	1,13	1,25	6,02	32,64	16,20	322,00
013/34	6,7	155	1,5	30,3	43,1	26,6	CL	0,56	1,27	8,48	16,38	13,22	488,10
013/35	7,5	160	2,0	23,3	44,1	32,6	L	0,48	0,56	8,72	3,49	32,10	328,08
013/36	7,8	174	1,4	19,0	65,3	15,7	SL	0,79	0,50	8,40	3,65	28,89	187,28
013/37	7,3	160	1,6	26,0	44,0	30,0	L	0,84	0,99	6,80	6,52	24,99	367,52
013/38	7,3	197	1,3	30,0	50,0	20,0	SCL	0,56	0,76	4,42	6,75	14,10	510,00
013/39	7,1	134	0,8	24,1	45,3	30,6	L	0,61	0,57	9,30	81,84	30,77	308,80
013/40	6,7	242	1,5	30,0	50,3	19,7	SCL	0,66	1,20	18,68	34,10	16,82	493,44
013/40α	7,7	201	2,0	30,9	35,4	33,6	CL	0,68	0,80	11,60	52,80	13,20	382,80
015/41	6,7	346	1,1	40,0	41,6	18,4	C	0,29	1,08	4,78	6,16	16,92	400,40
015/42	6,2	325	1,1	34,6	32,7	32,7	CL	0,25	0,90	14,37	13,65	10,90	180,64
015/43	5,8	403	1,8	33,3	17,4	49,3	SiCL	0,60	1,80	36,02	13,30	12,22	387,68
015/44	6,1	303	1,4	54,9	16,4	28,7	C	0,23	2,54	30,30	29,10	22,45	526,48
015/45	5,1	130	1,8	36,0	49,4	14,6	SC	0,87	1,84	34,35	137,24	23,58	358,24
015/46	7,7	386	1,0	28,6	44,7	26,7	CL	0,18	0,48	24,32	38,42	4,50	98,16
015/47	6,9	355	1,3	38,6	31,1	30,4	CL	0,41	1,38	7,82	10,22	13,44	256,88
015/48	6,0	269	1,7	29,3	44,7	26,0	CL	0,37	0,59	50,72	38,42	15,62	405,44
015/49	6,1	373	1,3	28,0	52,4	19,7	SCL	0,77	1,20	9,30	60,10	13,00	486,00
015/50	5,9	360	1,8	32,9	34,0	33,1	CL	0,09	0,79	18,35	14,12	18,40	294,80
015/51	6,6	372	1,8	30,6	41,4	28,0	CL	0,33	1,10	28,47	20,00	16,18	56,16
015/52	6,7	364	1,8	58,0	18,0	24,0	C	0,70	1,30	0,60	17,60	11,20	327,04
018/53	5,1	390	0,9	24,4	61,2	14,4	SCL	0,47	0,42	24,30	34,62	12,00	872,00

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
018/54	6,7	395	1,1	34,0	49,8	16,2	SCL	0,41	0,49	39,00	32,46	9,80	497,36
018/55	5,0	205	1,9	33,1	50,5	16,4	SCL	0,47	0,60	26,77	76,48	12,47	666,32
018/56	5,1	360	1,8	39,1	40,2	20,7	CL	0,34	0,20	9,92	54,85	16,80	806,40
018/57	5,6	221	1,7	35,1	40,5	24,4	CL	0,33	0,47	14,80	15,74	8,78	445,44
018/58	6,9	335	1,5	24,4	56,4	19,3	SCL	0,27	1,11	12,74	17,50	10,39	617,20
018/59	6,8	345	1,3	24,8	58,9	16,4	SCL	0,35	0,23	10,27	18,40	12,62	316,56
018/60	5,4	239	1,6	28,6	50,7	20,7	SCL	0,18	0,42	24,12	28,27	10,08	170,80
018/61	5,2	172	1,7	26,8	42,9	30,4	L	0,58	0,62	28,47	52,35	11,54	248,16
018/62	5,7	250	1,7	32,4	49,2	18,4	SCL	0,58	0,69	13,85	45,32	24,00	1280,00
018/63	5,8	222	2,2	40,4	45,2	14,4	C	0,54	0,40	12,02	44,20	19,19	614,96
018/64	5,7	355	2,8	47,1	36,5	16,4	C	0,62	0,77	26,57	90,76	11,50	1226,40
018/65	5,4	301	1,9	33,3	38,6	28,2	CL	0,11	0,41	23,18	30,34	8,61	775,28
018/66	5,9	327	1,4	32,0	47,3	20,7	SCL	0,55	0,69	24,00	0,02	11,10	1138,00
018/67	5,2	269	1,3	32,6	47,6	19,8	SCL	0,09	0,66	39,47	29,10	15,25	339,12
018/68	6,6	272	1,3	36,4	47,6	16,0	SC	0,35	0,74	20,00	17,80	9,80	283,40
018/69	5,9	280	1,8	26,4	53,2	20,4	SCL	0,42	0,33	18,87	47,72	11,35	636,56
018/70	4,8	258	1,0	19,3	52,7	28,0	SCL	0,40	0,47	36,07	60,77	8,76	1384,80
018/71	6,5	263	2,1	18,4	61,3	20,3	SL	0,91	0,24	13,52	32,78	11,54	432,96
018/72	6,7	355	1,3	24,4	62,4	13,3	SCL	0,22	0,30	24,72	40,05	14,82	430,40
031/73	8,0	376	2,1	42,9	27,4	29,6	C	0,92	1,48	10,26	4,61	57,18	584,64
031/74	8,1	273	2,0	34,4	45,4	20,0	CL	0,53	0,51	7,63	5,60	17,13	420,08
031/75	8,3	335	3,4	33,3	44,7	22,0	CL	0,71	0,77	11,47	14,97	29,52	285,72

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Αμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
031/76	8,2	250	2,1	34,0	43,6	22,4	CL	1,00	0,89	8,99	3,04	19,48	435,68
031/77	8,2	246	1,9	30,0	44,4	25,6	CL	0,36	0,62	7,90	5,80	12,50	403,80
031/78	7,3	258	1,7	22,9	41,4	35,6	L	0,27	0,64	5,83	2,63	9,17	292,88
031/79	6,5	233	1,8	35,8	43,4	20,7	CL	0,26	0,77	8,60	9,19	7,58	340,24
031/80	7,4	262	2,0	36,9	37,4	25,0	CL	0,66	1,26	0,60	19,56	14,78	230,16
031/81	5,5	192	0,9	22,6	48,7	28,7	SCL	0,27	1,10	27,62	48,15	13,15	452,72
031/82	7,0	185	1,1	19,3	58,7	22,0	SL	0,16	0,69	18,50	41,92	13,30	344,80
031/83	7,6	185	1,5	21,3	50,7	28,0	L	0,27	0,85	8,23	28,88	12,32	248,40
031/84	7,8	292	1,2	35,3	33,1	31,6	CL	0,65	0,93	9,54	9,62	44,98	496,30
034/85	4,8	386	1,2	20,5	67,4	12,1	SCL	0,42	0,34	30,62	43,52	19,61	564,00
034/86	6,3	231	1,0	22,2	63,4	14,4	SCL	0,34	0,24	10,53	15,59	20,20	254,00
034/87	5,9	306	0,9	40,0	48,0	12,0	SC	0,33	0,41	21,22	49,10	20,52	322,48
034/88	6,5	238	1,3	36,7	42,7	20,6	SC	0,50	0,25	18,00	21,00	14,52	259,84
034/89	6,3	221	1,6	38,0	47,0	15,0	SC	0,39	0,67	15,92	27,80	16,30	296,64
034/90	5,7	188	1,1	38,0	46,6	15,4	SC	0,54	0,54	14,95	37,05	14,23	266,56
034/91	6,2	267	1,1	30,1	62,4	7,5	SCL	0,35	0,48	15,00	16,71	15,84	383,84
034/92	5,4	238	1,0	29,1	52,2	18,7	SCL	0,17	0,28	27,35	30,70	14,40	368,80
034/93	5,7	255	1,3	20,4	57,3	33,4	SCL	0,71	0,25	30,02	57,78	12,60	175,28
034/94	5,8	261	1,4	20,5	66,4	13,1	SCL	0,41	0,35	4,85	72,77	13,90	256,00
034/95	6,3	315	0,8	20,1	66,0	13,9	SCL	0,35	0,49	15,79	15,17	16,00	238,00
034/96	5,2	257	1,9	14,0	72,4	13,7	SCL	0,91	0,37	19,10	38,96	18,30	444,00
042/97	7,4	204	1,2	22,4	43,6	34,0	L	0,70	0,75	11,60	13,74	22,30	356,00

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Αμμιας %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
042/98	7,8	160	1,0	22,4	36,0	41,6	L	0,48	0,50	6,79	10,75	20,00	250,88
042/99	8,0	228	0,9	23,4	39,4	37,2	L	0,27	1,06	0,60	11,87	19,64	367,60
042/100	7,2	260	1,2	24,7	37,6	37,6	L	1,22	1,23	11,79	2,94	14,80	188,00
042/101	8,3	225	1,3	20,4	41,6	38,0	L	0,40	0,46	7,45	5,17	13,28	151,60
042/102	7,7	232	1,1	23,0	42,6	35,4	L	0,37	1,22	6,73	4,86	24,16	195,04
042/103	7,6	217	1,2	24,4	34,0	41,6	L	0,51	0,51	9,92	11,86	17,42	90,48
042/104	7,5	220	1,2	28,7	37,0	34,3	CL	0,41	0,69	4,86	5,14	12,58	285,30
042/105	7,7	268	1,2	35,3	22,4	42,4	CL	0,17	0,88	3,69	5,32	21,60	331,68
042/106	8,3	281	1,1	29,3	36,7	34,0	CL	0,77	0,75	5,79	3,04	29,10	413,60
042/107	8,1	250	1,2	37,4	21,6	41,0	CL	1,23	0,77	12,72	5,76	22,14	315,44
042/108	6,8	380	1,5	39,9	21,3	38,9	CL	0,61	0,65	5,22	13,40	22,80	379,28
042/109	8,1	504	0,9	22,4	41,6	36,0	L	0,31	0,58	17,20	25,72	7,02	228,32
043/110	8,1	274	1,1	19,3	25,4	55,3	SiL	0,23	0,87	2,88	1,40	18,78	227,36
043/111	7,9	258	1,0	29,6	15,4	55,0	SiCL	0,32	1,29	5,83	7,98	52,00	722,72
043/112	8,0	280	1,0	24,4	40,4	35,3	L	0,16	1,60	2,35	4,72	19,20	324,72
043/113	8,1	180	1,8	14,7	55,0	30,3	SL	0,33	1,20	2,43	4,96	17,60	180,40
043/114	6,8	170	1,1	19,6	26,0	54,4	SiL	0,33	1,09	9,81	12,42	34,58	328,48
043/115	6,8	325	1,2	23,3	26,4	50,4	SiL	0,15	0,69	5,47	6,15	24,46	305,80
043/116	6,9	312	1,5	17,3	36,4	46,4	L	0,36	0,95	6,62	10,72	10,90	303,28
043/117	7,2	333	1,7	21,3	32,7	46,0	L	0,19	0,87	0,60	10,25	20,56	542,30
043/118	5,6	402	0,9	13,3	44,4	42,4	L	1,24	0,96	5,60	9,70	25,79	1368,00
043/119	4,7	378		12,7	54,0	33,3	SL	0,85	0,55	26,45	38,32	6,12	197,52

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Άργιλος %	Άμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
045/120	7,4	163	1,0	13,6	74,4	12,0	SL	1,37	2,82	8,31	5,25	7,73	336,72
045/121	7,4	125	1,2	21,3	36,4	42,4	L	0,62	0,66	12,69	6,62	34,00	413,52
045/122	5,8	187	0,9	32,3	40,7	28,0	CL	0,85	0,84	43,05	41,95	28,00	328,00
045/123	6,4	251	0,6	26,0	42,6	31,4	L	0,78	0,68	21,00	17,66	18,70	333,60
045/124	6,3	132	1,3	31,3	26,7	42,0	CL	5,53	1,32	29,07	25,28	10,67	263,68
045/125	5,5	190	0,8	21,4	48,6	30,0	L	3,01	0,82	19,18	34,61	9,02	280,32
045/126	5,5	135	0,9	19,3	50,4	30,4	SL	3,10	0,56	21,65	23,86	14,00	292,88
045/127	5,9	128	1,3	21,6	46,4	62,0	L	0,54	0,64	17,20	27,60	13,26	245,12
045/128	6,5		1,0	17,6	48,7	33,6	L	0,61	0,34	7,56	10,64	8,16	167,36
045/129	6,0	235	1,1	21,3	34,7	44,0	L	0,92	0,56	19,24	22,79	4,42	309,36
045/130	6,1	150	1,1	19,3	40,4	40,4	L	0,19	0,35	12,02	14,96	24,00	163,44
045/131	5,8	144	0,9	25,6	44,4	30,0	L	0,73	0,73	28,39	25,30	21,62	310,88
045/132	6,2	139	1,0	33,3	26,7	40,0	CL	0,64	1,11	39,06	29,56	9,94	500,88
045/133	6,2	184	1,1	25,3	32,4	42,4	L	0,55	0,77	21,81	20,56	14,01	347,68
045/134	5,3	200	0,9	24,9	46,6	28,6	L	0,83	0,70	39,73	45,43	48,00	399,68
045/135	6,4	167	1,3	35,3	30,4	34,4	CL	0,58	0,74	22,29	14,68	32,00	378,80
045/136	6,9	283	1,1	28,6	26,0	45,4	L	0,68	0,84	16,23	9,20	7,80	522,60
045/137	5,8	502	1,3	29,6	26,4	44,0	CL	0,76	1,12	26,93	33,95	14,16	365,12
045/138	6,3	140	1,1	31,3	33,7	35,0	CL	0,57	0,87	26,45	20,54	19,90	402,56
045/139	6,6	184	1,6	36,0	20,3	43,7	CL	0,73	1,10	37,51	37,92	24,00	729,68
045/140	5,2	181	1,6	30,1	23,2	46,0	CL	0,87	1,01	52,40	50,59	14,48	624,56
045/141	5,2	191	1,4	29,9	33,4	37,3	CL	0,94	0,98	26,40	28,90	3,60	850,00

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Αργίλος %	Άμμος %	Ιλός %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
045/142	5,8	198	1,8	30,7	34,9	34,4	CL	0,85	0,90	16,80	26,39	15,62	548,80
007/1	8,3	397	1,1	56,1	18,9	25,0	C	1,19	1,30	19,60	4,02	18,00	503,00
007/2	8,2	270	1,0	41,2	34,2	24,7	C	0,83	1,10	30,00	29,00	16,00	488,00
007/3	8,2	195	1,0	51,7	24,0	24,4	C	0,71	0,67	10,84	7,07	18,10	650,00
007/4	7,9	350	1,5	37,3	20,3	42,4	CL	1,00	0,71	11,89	2,86	12,30	710,00
007/5	8,1	298	1,3	40,5	34,1	24,5	C	1,02	0,90	10,30	2,60	14,60	360,00
007/6	8,0	321	2,0	58,6	18,7	22,7	C	1,32	1,54	18,30	6,26	21,00	385,00
007/7	7,6	450	1,1	58,3	19,2	22,5	C	0,90	1,30	13,20	5,60	36,00	589,00
007/8	7,7	373	1,8	58,2	17,6	24,2	C	0,31	1,65	15,92	4,56	53,70	435,84
007/9	8,0	443	2,4	59,0	17,5	23,5	C	0,46	0,58	9,39	4,55	59,48	519,68
007/10	8,1	385	1,9	53,3	18,7	28,0	C	0,40	0,57	7,37	6,58	34,12	494,72
007/11	8,1	335	2,5	45,7	25,6	28,7	C	1,40	0,54	8,45	3,38	33,32	526,40
007/12	8,0	347	1,8	42,7	30,6	26,7	C	0,47	0,66	0,60	5,44	137,20	629,28
007/13	8,0	302	1,9	25,9	47,7	26,4	L	0,82	1,00	5,53	6,68	23,36	310,64
007/14	8,0	166	1,7	38,0	30,6	31,4	C	0,30	0,54	9,99	4,19	29,52	508,96
007/15	8,1	348	1,1	43,3	27,9	28,8	CL	0,75	0,65	6,78	4,40	92,00	516,00
007/16	8,1	246	1,2	39,5	30,3	30,2	C	0,27	0,43	5,90	5,78	16,00	195,28
007/17	7,8	389	1,2	59,3	16,3	24,4	C	0,94	1,10	6,30	4,00	52,60	531,36
007/18	8,3	323	1,3	43,7	31,6	24,7	C	0,52	0,55	0,60	4,45	51,30	715,20
007/18α	8,1	388	1,8	44,6	18,2	37,2	C	0,51	0,70	0,60	3,09	50,96	648,72
007/18β	8,0	420	1,9	28,8	44,2	27,1	CL	0,45	0,26	4,18	1,87	14,35	524,56
007/18γ	8,0	385	1,3	49,7	21,6	28,7	C	0,48	0,86	10,12	4,72	49,63	783,40

Κωδικός	pH	EC μS/cm	Οργανική ουσία %	Μηχανική ανάλυση			Τύπος	DTPA					
				Άργιλος %	Αμμος %	Ιλύς %		Zn μg/g	Cu μg/g	Mn μg/g	Fe μg/g	Cd ng/g	Pb ng/g
010/19	8,4	415	1,3	34,6	40,8	24,6	CL	0,43	0,85	24,47	31,13	54,00	613,20
010/20	8,1	468	1,2	46,6	29,8	23,6	C	0,38	0,75	3,91	5,64	7,44	778,24
010/21	5,1	548	1,3	30,6	45,4	24,0	CL	0,52	0,52	4,10	4,18	2,14	823,60
010/22	7,0	483	1,0	26,4	48,0	25,6	SCL	0,44	1,08	48,03	39,13	19,90	1521,60
010/23	6,3	344	1,1	33,2	43,0	23,8	CL	0,62	0,81	13,00	41,47	12,00	1302,00
010/24	6,2	235	1,3	36,6	40,2	23,3	CL	0,21	0,69	18,25	30,17	12,06	852,80
010/25	6,9	450	1,2	26,0	42,4	31,6	L	0,30	0,80	36,05	32,25	30,42	561,44
010/26	6,7	183	1,7	35,6	3738,0	25,6	CL	0,40	1,05	0,60	17,48	27,75	368,32
010/27	6,2	258	1,2	23,9	43,3	32,9	L	0,82	0,93	21,05	41,00	23,71	317,60
010/28	6,6	170	1,3	23,8	45,8	30,4	L	0,58	0,80	20,92	38,10	22,86	156,00
010/29	7,0	323	1,1	26,0	49,3	24,7	SCL	0,73	0,82	14,70	77,46	17,54	322,40
010/30	6,6	254	1,3	26,6	49,4	24,0	SCL	1,16	1,13	14,11	42,18	17,59	535,52
010/31	6,6	281	1,3	31,3	40,8	27,9	CL	0,47	0,81	11,62	20,92	24,00	542,00
037/143	7,1	159	0,6	27,9	46,8	25,3	SCL	0,30	0,69	11,50	15,33	4,84	248,16
037/144	5,9	134	1,6	22,4	51,7	25,9	SCL	0,44	0,68	18,80	25,63	5,54	397,72
037/145	6,5	253	1,4	27,3	46,4	26,4	SCL	0,80	1,30	4,40	46,48	60,00	482,00
037/146	7,1	310	1,2	32,6	41,9	25,5	CL	0,43	0,82	2,55	21,22	16,00	448,00
037/147	5,7	219	0,6	16,0	60,0	24,1	SL	0,44	0,45	7,19	29,51	16,00	199,68
037/148	6,0	213	1,4	19,1	54,1	26,7	SL	0,53	0,54	0,73	42,93	12,13	99,36
037/149	6,3	222	1,4	15,1	53,3	31,6	SL	0,38	0,51	4,30	22,00	18,00	105,00
038/150	7,6	305	1,4	20,6	61,4	18,1	SCL	0,82	0,80	8,50	6,76	31,12	235,36
038/151	6,6	133	1,9	23,6	53,0	23,4	SCL	0,48	1,01	7,32	10,63	64,00	474,00

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
013 ΔΟΛΙΧΙ		
013/32	B233/A02/Efx	Ελασσόνα
013/33	B233/A02/Efx	Ελασσόνα
013/34	B233/A02/Efx	Ελασσόνα
013/35	B3*3*4*/A02/Lox	Ελασσόνα
013/36	B3*3*4*/A02/Lox	Ελασσόνα
013/37	B3*3*4*/A02/Lox	Ελασσόνα
013/38	B3*3*4*/A02/Lox	Ελασσόνα
013/39	B3*3*4*/A02/Lox	Ελασσόνα
013/40	B3*3*4*/A02/Lox	Ελασσόνα
013/40α	B233/A02/Efx	Ελασσόνα
015 ΔΡΥΜΟΣ		
015/41	B314/B11/Eox	Ελασσόνα
015/42	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/43	B314/B11/Eox	Ελασσόνα
015/44	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/45	B314/B11/Eox	Ελασσόνα
015/46	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/47	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/48	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/49	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/50	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/51	B223/B22/Eox	Ελασσόνα
015/52	C223/Γ20/Eox	Ελασσόνα
018 ΚΑΛΛΙΘΕΑ		
018/53	C435/A00/Efx	Ελασσόνα
018/54	C435/A00/Efx	Ελασσόνα
018/55	C435/A00/Efx	Ελασσόνα
018/56	C435/A00/Efx	Ελασσόνα
018/57	C435/A00/Efx	Ελασσόνα
018/58	B403/B20/LOX	Ελασσόνα
018/59	C433/B20/LOX	Ελασσόνα
018/60	C433/B20/LOX	Ελασσόνα
018/61	C435/B20/Eox	Ελασσόνα
018/62	C435/B20/Eox	Ελασσόνα
018/63	C435/B20/Eox	Ελασσόνα
018/64	C435/B20/Eox	Ελασσόνα
018/65	C435/B20/Eox	Ελασσόνα
018/66	C435/B20/Eox	Ελασσόνα
018/67	B403/B20/LOX	Ελασσόνα
018/68	C433/B20/LOX	Ελασσόνα
018/69	C433/B20/LOX	Ελασσόνα
018/70	C433/B20/LOX	Ελασσόνα
018/71	C433/B20/LOX	Ελασσόνα
018/72	C433/B20/LOX	Ελασσόνα

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
031: ΜΕΣΟΧΩΡΙ		
031/73	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/74	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/75	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/76	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/77	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/78	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/79	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/80	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/81	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/82	ΟΧΙ	Ελασσόνα
031/83	A334/B23/Eox	Ελασσόνα
031/84	A334/B23/Eox	Ελασσόνα
034 ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ		
034/85	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/86	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/87	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/88	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/89	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/90	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/91	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/92	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/93	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/94	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/95	ΟΧΙ	Ελασσόνα
034/96	ΟΧΙ	Ελασσόνα
042 ΣΤΕΦΑΝΟΒΟΥΝΟ		
042/97	C334/A10/Axh	Ελασσόνα
042/98	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/99	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/100	C323/A01/lox	Ελασσόνα
042/101	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/102	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/103	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/104	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/105	B112/A01/lox	Ελασσόνα
042/106	C433/A03/loxf	Ελασσόνα
042/107	C433/A03/loxf	Ελασσόνα
042/108	C433/A03/loxf	Ελασσόνα
042/109	C433/A03/loxf	Ελασσόνα
043 ΣΥΚΕΑ		
043/110	A223/A01/loxf	Ελασσόνα
043/111	A223/A01/loxf	Ελασσόνα
043/112	A223/A01/loxf	Ελασσόνα
043/113	A223/A01/loxf	Ελασσόνα

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΔΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
043/114	A223/AO1/Ioxf	Ελασσόνα
043/115	A223/AO1/Ioxf	Ελασσόνα
043/116	A323/AO1/Ioxf	Ελασσόνα
043/117	A323/AO1/Ioxf	Ελασσόνα
043/118	OXI	Ελασσόνα
043/119	OXI	Ελασσόνα
045 ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗ		
045/120	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/121	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/122	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/123	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/124	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/125	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/126	A112/B10/Efx	Ελασσόνα
045/127	A113/B11/Efx	Ελασσόνα
045/128	A113/B11/Efx	Ελασσόνα
045/129	A113/B11/Efx	Ελασσόνα
045/130	A113/B11/Efx	Ελασσόνα
045/131	A113/B11/Efx	Ελασσόνα
045/132	A113/B11/Efx	Ελασσόνα
045/133	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/134	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/135	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/136	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/137	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/138	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/139	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/140	B112/AOO/Efx	Ελασσόνα
045/141	B212/AO1/Efx	Ελασσόνα
045/142	B212/AO1/Efx	Ελασσόνα
07 ΒΑΛΛΑΝΙΔΙΑ		
071	OXI	Ελασσόνα
072	OXI	Ελασσόνα
073	OXI	Ελασσόνα
074	OXI	Ελασσόνα
075	OXI	Ελασσόνα
076	OXI	Ελασσόνα
077	OXI	Ελασσόνα
078	OXI	Ελασσόνα
079	OXI	Ελασσόνα
0710	OXI	Ελασσόνα
0711	OXI	Ελασσόνα
0712	OXI	Ελασσόνα
0713	OXI	Ελασσόνα
0714	OXI	Ελασσόνα

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΔΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
07\15	OXI	Ελασσόνα
07\16	OXI	Ελασσόνα
07\17	OXI	Ελασσόνα
07\18	OXI	Ελασσόνα
07\18α	OXI	Ελασσόνα
07\18β	OXI	Ελασσόνα
07/18γ	OXI	Ελασσόνα
010 ΓΑΛΑΝΟΒΡΥΣΗ		
010/19	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/20	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/21	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/22	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/23	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/24	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/25	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/26	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/27	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/28	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/29	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/30	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
010/31	C333/A00/Efx	Ελασσόνα
037 ΠΡΑΙΤΩΡΙ		
037/143	OXI	Ελασσόνα
037/144	OXI	Ελασσόνα
037/145	OXI	Ελασσόνα
037/146	OXI	Ελασσόνα
037/147	OXI	Ελασσόνα
037/148	OXI	Ελασσόνα
037/149	OXI	Ελασσόνα
038 ΠΥΘΙΟ		
038/150.		
038/151	A2*O3*/A03/Efx	Ελασσόνα
038/152	A2*O3*/A03/Efx	Ελασσόνα
038/153	A2*O3*/A03/Efx	Ελασσόνα
038/154	A2*O3*/A03/Efx	Ελασσόνα
038/154α	A2*O3*/A03/Efx	Ελασσόνα
011 ΑΣΗΜΟΧΩΡΙ		
011/87	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
011/88	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
011/88α	C435/A01/Vxch	Βιρτζίνια
013 ΓΕΛΑΝΘΗ		
013/110	B334/A02/lox	Ελασσόνα
013/111	A213/A03/Efx	Ελασσόνα
013/112	A233/A00/Axh	Ελασσόνα
013/113	C332/A03/Efx	Ελασσόνα

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΔΑΦΟΛ. ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
016 ΔΑΣΟΧΩΡΙ		
016/61	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
016/62	C334/A00/Axh	Βιρτζίνια
016/63	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
016/64	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
016/65	C434/A11/Axh	Μπέρλεν
016/66	C434/A11/Axh	Μπέρλεν
017 ΖΑΙΜΙ		
017/89	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
017/90	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
017/91	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
017/92	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
017/93	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
017/94	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019 ΚΑΛΛΙΦΩΝΙ		
019/95	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
019/96	B233/A00/Iox	Βιρτζίνια
019/97	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019/98	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019/99	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019/100	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019/101	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
019/102	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019/103	B233/A00/Iox	Μπέρλεν
019/104	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
019/105	B233/A00/Iox	Μπέρλεν
025 ΚΑΡΠΟΧΩΡΙ		
025/1	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
025/2	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
025/3	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
025/4	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
025/5	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
025/6	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/7	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/8	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/9	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/10	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/11	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/12	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/13	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
025/14	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
025/15	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
025/16	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
025/17	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
025/18	B333/A00/Axh	Μπέρλεν

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
ΜΟΝΑΔΑ		
025/19	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/20	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/21	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/22	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/23	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/24	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/25	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/26	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/27	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/28	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/29	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
025/30	B333/A00/Axh	Μπέρλεου
029 ΛΕΟΝΤΑΡΙ		
029/70	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/71	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/72	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/73	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/74	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/75	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/76	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/77	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/78	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/79	C435/A01/Vxch	Βιρτζίνια
029/80	C435/A01/Vxch	Βιρτζίνια
029/81	C435/A01/Vxch	Βιρτζίνια
029/82	C435/A01/Vxch	Βιρτζίνια
029/83	C435/A01/Vxch	Βιρτζίνια
029/84	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/85	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
029/86	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
037 ΜΑΥΡΟΜΑΤΙ		
037/106	A233/A00/Axh	Ελασσόνα
037/107	A233/A00/Axh	Ελασσόνα
037/108	A233/A00/Axh	Ελασσόνα
037/109	A233/A00/Axh	Ελασσόνα
039 ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙ		
039/59	C434/A01/Ioxf	Βιρτζίνια
039/60	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
040 ΜΗΤΡΟΠΟΛΗ		
040/116	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
040/117	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
040/118	A002*/A02/Efx	Ελασσόνα
040/119	B233/A01/Efx	Ελασσόνα
040/120	B333/A00/Axh	Ελασσόνα
040/121	B333/A00/Axh	Ελασσόνα

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
040/122	A233/A01/Efx	Ελασσόνα
040/123	B333/A00/Axh	Ελασσόνα
040/124	B333/A00/Axh	Ελασσόνα
040/125	B334/A00/Axh	Ελασσόνα
040/126	B334/A00/Axh	Ελασσόνα
040/127	B334/A00/Axh	Ελασσόνα
041 ΜΥΡΙΝΗ		
041/142	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
041/143	B333/A01/loxf	Βιρτζίνια
041/144	B323/A00/loxf	Βιρτζίνια
041/145	B113/A01/Efx	Μπέρλεν
053 ΦΡΑΓΚΟ		
053/114	B334/A00/Axh	Ελασσόνα
053/115	B223/A00/loxf	Ελασσόνα
001 ΑΓ. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ		
001/128	C334/A02/loxf	Βιρτζίνια
001/129	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
001/130	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
001/131	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
001/132	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
001/133	C334/A02/loxf	Μπέρλεν
001/134	C334/A02/loxf	Μπέρλεν
001/135	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
001/136	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
001/137	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
001/138	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
001/139	C434/A00/Axh	Μπέρλεν
001/140	C434/A00/Axh	Μπέρλεν
001/141	B333/A00/Axh	Μπέρλεν
007 ΑΜΠΕΛΟΣ		
007/31	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/32	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/33	C233/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/34	C233/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/35	C233/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/36	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/37	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/38	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/39	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/40	B333/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/41	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
007/42	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
007/43	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
007/44	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
007/45	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/46	C233/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/47	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/48	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/49	C434/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/50	C233/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/51	C233/A00/Axh	Βιρτζίνια
007/52	C434/A01/Axh	Βιρτζίνια
007/53	C434/A00/Axh	Μπέρλεν
007/54	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
007/55	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
007/56	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
007/57	C434/A01/Axh	Μπέρλεν
007/58	C233/A00/Axh	Μπέρλεν
	008 ΑΝΑΒΡΑ	
008/67	B434/A00/Axh	Βιρτζίνια
008/68	A3*3*4*/A00/Eoxt	Βιρτζίνια
008/69	A3*3*4*/A00/Eoxt	Βιρτζίνια
	031: ΠΛΑΤΑΝΟΣ	
031/30	B334/A03/Efx	Βιρτζίνια
031/31	B334/A03/Efx	Βιρτζίνια
031/32	B334/A03/Efx	Βιρτζίνια
031/33	B334/A03/Efx	Βιρτζίνια
031/34	B334/A03/Efx	Βιρτζίνια
031/35	B334/A03/Efx	Βιρτζίνια
031/36	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/37	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/38	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/39	A224/A01/Efx	Ελασσόνα
031/40	A224/A01/Efx	Ελασσόνα
031/41	A224/A01/Efx	Ελασσόνα
031/42	A224/A01/Efx	Ελασσόνα
031/43	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/44	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/45	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/46	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/47	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/48	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
031/48a	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
	05 ΑΡΔΑΝΙ	
05\49	A334/Γ23/Εοχ	Ελασσόνα
05\50	A334/Γ23/Εοχ	Ελασσόνα
05\51	A334/Γ23/Εοχ	Ελασσόνα
05\52	C434/A03/Efx	Ελασσόνα
05\53	A334/Γ23/Εοχ	Ελασσόνα

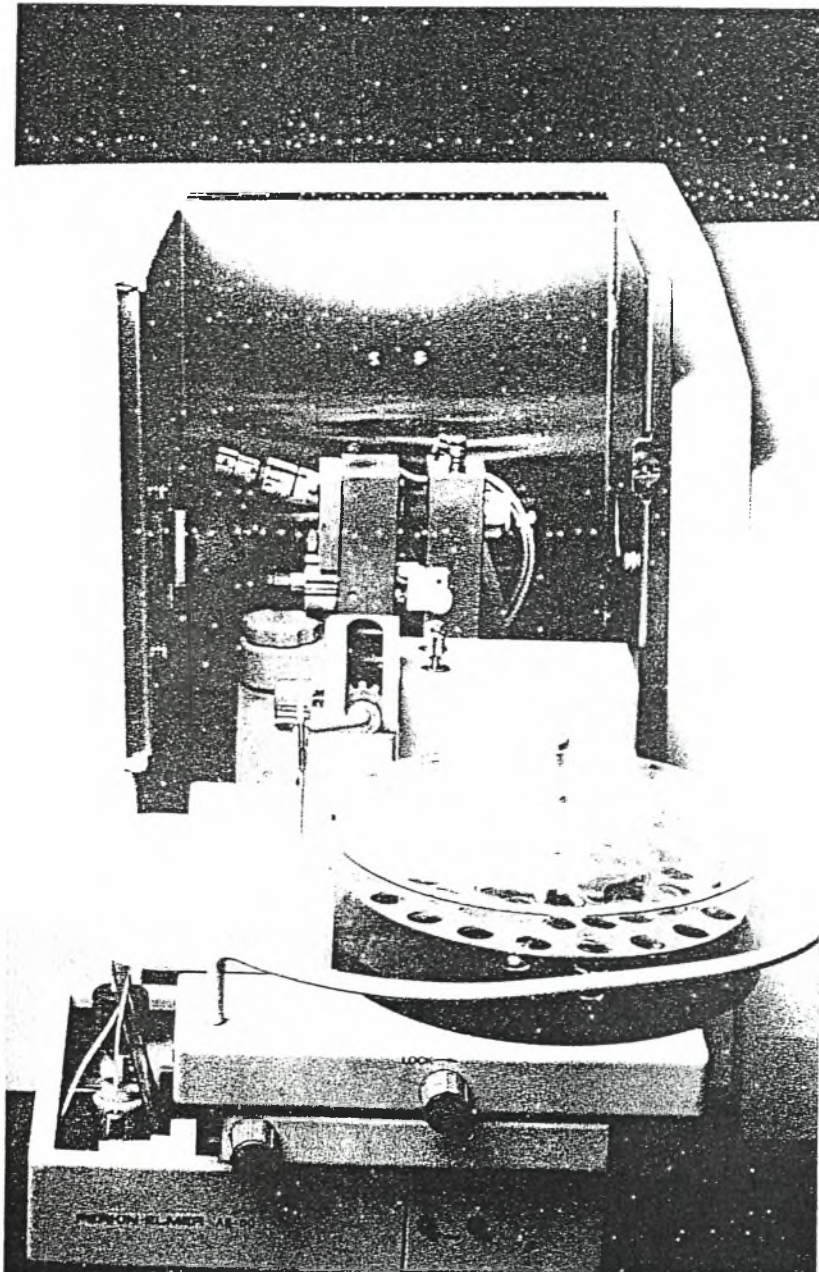
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΛΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
05\54	A334/Γ23/Εοχ	Ελασσόνα
015 ΓΡΙΖΑΝΙΟ		
015/67	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/68	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/69	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/70	A112/A00/Εfx	Ελασσόνα
015/71	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/72	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/73	A112/A00/Εfx	Ελασσόνα
015/74	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/75	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
015/76	A112/A00/Εfx	Βιρτζίνια
010 ΒΑΣΙΛΙΚΗ		
010/77	A203/A01/Ιοx	Βιρτζίνια
010/78	A203/A01/Ιοx	Βιρτζίνια
010/79	A203/A01/Ιοx	Βιρτζίνια
010/80	A203/A01/Ιοx	Βιρτζίνια
010/81	A203/A01/Ιοx	Βιρτζίνια
010/82	A203/A01/Ιοx	Βιρτζίνια
010/83	A203/A01/Ιοx	Ελασσόνα
010/84	A122/A02/Εfx	Ελασσόνα
010/85	A122/A02/Εfx	Ελασσόνα
017 ΘΕΟΠΕΤΡΑ		
017/86	OXI	Ελασσόνα
017/87	OXI	Ελασσόνα
017/88	OXI	Ελασσόνα
017/89	OXI	Ελασσόνα
017/90	OXI	Ελασσόνα
017/91	OXI	Ελασσόνα
017/92	OXI	Ελασσόνα
017/93	OXI	Ελασσόνα
017/94	OXI	Ελασσόνα
034 ΠΑΛΑΙΟΠΥΡΓΟΣ		
034/55	C435/A03/Εfx	Ελασσόνα
034/56	C435/A03/Εfx	Ελασσόνα
034/57	A324/B13/Εοx	Ελασσόνα
034/58	A324/B13/Εοx	Ελασσόνα
034/59	A324/B13/Εοx	Ελασσόνα
034/60	A324/B13/Εοx	Ελασσόνα
034/61	A324/B13/Εοx	Ελασσόνα
034/62	A324/B13/Εοx	Ελασσόνα
034/63	A324/Γ23/Εοx	Ελασσόνα
034/64	A324/Γ23/Εοx	Ελασσόνα
034/65	A324/Γ23/Εοx	Ελασσόνα
034/66	A324/Γ23/Εοx	Ελασσόνα

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΔΑΦΟΛ.	ΠΟΙΚΙΛΙΑ
	ΜΟΝΑΔΑ	
029: ΡΙΖΩΜΑ		
029/1	C434/A03/Efx	Ελασσόνα
029/2	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/3	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/4	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/5	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/6	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/7	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/8	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/9	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/10	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/11	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/12	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/13	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/14	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/15	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/16	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/17	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/18	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/19	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/20	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/21	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/22	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/23	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/24	B334/A03/Efx	Ελασσόνα
029/25	C435/A02/Lox	Ελασσόνα
029/26	C434/A03/Efx	Ελασσόνα
029/27	C434/A03/Efx	Ελασσόνα
003 ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΙ		
003/1	A323/A00/Efx	Ελασσόνα
003/2	A323/A00/Efx	Ελασσόνα
003/3	B323/A01/Iox	Ελασσόνα
003/4	B323/B01/Iox	Βιρτζίνια
003/5	B323/A12/Iox	Βιρτζίνια
003/6	A223/B10/Iox	Βιρτζίνια
019 ΡΟΔΙΑ		
019/7	A212/A10/Efx	Βιρτζίνια
019/8	C223/A03/Efx	Βιρτζίνια
019/9	B333/A01/Axhc	Βιρτζίνια
019/10	B223/A02/EFX	Βιρτζίνια

Εικόνα 1. Φασματοφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης Perkin Elmer 3300 με χρήση εξαρτήματος φλόγας



Εικόνα 2.



HGA-600 Graphite Furnace and AS-60 Furnace Autosampler with the Model 3300

