



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ



**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΛΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ
ΠΥΛΙΩΤΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

ΧΑΝΙΑ 2010



**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΛΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ
ΠΥΛΙΩΤΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

Επιβλέπων :

Δρ. Σταυρουλάκης Γεώργιος

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Δρ. Κώπτη Μελίνα
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία Παρουσίασης :

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας :

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε ιδιαίτερα το επιβλέποντα καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο για την συνεργασία, την υπομονή και την καθοδήγησή του. Επίσης ευχαριστούμε την καθηγήτρια κα. Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη για τη συμμετοχή και τις πολύτιμες συμβουλές της, για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας, καθώς και τον καθηγητή κ. Νάνο Γεώργιο για την συνεργασία του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Ποιότητα Νερών Άρδευσης.....	7
1.2 Συγκεντρώσεις Ολικών Αλάτων.....	7
1.3 Συγκεντρώσεις και Διαμόρφωση Υδατοδιαλυτών Αλάτων.....	8
1.4 Εκατοστιαία Αναλογία Νατρίου.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΥΤΟ	
2.1 Εδαφικό Προφίλ.....	10
2.2 Φυσικές Ιδιότητες του Εδάφους	
2.2.1 Η Κοκκομετρική Σύσταση του Εδάφους.....	11
2.2.2 Δομή των Εδαφών.....	12
2.2.3 Το Χρώμα του Εδάφους.....	14
2.2.4 Η Θερμοκρασία του Εδάφους.....	14
2.2.5 Το Πορώδες του Εδάφους.....	14
2.3 Εδαφικό Νερό.....	15
2.3.1 Υδατοχωρητικότητα.....	15
2.3.2 Η Κίνηση του Εδαφικού Νερού.....	16
2.4 Τι Είναι Αλάτωση ;.....	16
2.5 Αλάτωση των Εδαφών Λόγω Γεωγραφικής ή Τοπογραφικής Θέσεως.....	17
2.6 Παθογενή Εδάφη.....	18
2.6.1 Αλατωμένα.....	18
2.6.2 Αλκαλιωμένα.....	19
2.6.3 Αλατοαλκαλιωμένα.....	19
2.7 Εδαφοβελτίωση Παθογενών Εδαφών.....	19
2.7.1 Βελτίωση Εναλατωμένων Εδαφών.....	19
2.7.2 Βελτίωση Αλκαλιωμένων Εδαφών.....	19
2.7.3 Βελτίωση Αλατοαλκαλιωμένων Εδαφών.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ	
4.1 Διαδικασία Δειγματοληψίας.....	25
4.2 Προετοιμασία Δειγμάτων για Ανάλυση.....	25
4.3 Εκχύλισμα Κορεσμού.....	25
4.4 Μηχανική Ανάλυση Εδάφους.....	27
4.5 Προσδιορισμός της Οργανικής Ουσίας του Έδαφος.....	29
4.6 Προσδιορισμός του pH του Εδάφους.....	32
4.7 Προσδιορισμός της Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας.....	33
4.8 Προσδιορισμός των Υδατοδιαλυτών Αλάτων.....	34
4.9 Προσδιορισμός των Ανταλλάξιμων Κατιόντων.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	
5.1 Μηχανική Ανάλυση.....	45
5.2 Οργανική Ουσία.....	46
5.3 pH.....	47
5.4 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.....	48
5.5 Υδατοδιαλυτά Άλατα.....	49
5.6 Ανταλλάξιμα Κατιόντα.....	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56

Preface

Aim of present work is firstly the comprehension of reasons that causes changes in the quality of irrigation water, secondly the effects of irrigation water in the cultivated soil, where it can be created conditions of salinization. The samples were taken, in collaboration with the University of Thessaly, by the regions of New Agchialos and Dimini, at city of Volos in the year 2008, where they cultivating olives.

The parameters that were analyzed in this samples are pH, electric conductivity, mechanic analysis, organic substance, water soluble salts and exchangeable cations.

The analyses took place in the Laboratory of Quality Control of Water and Soil Resources at Department of Natural Resources and Environment, annex Chania of Technological Educational Institute of Crete.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κατανόηση των παραγόντων που προκαλούν αλλαγές στην ποιότητα του νερού άρδευσης, καθώς και οι επιδράσεις αυτού στα καλλιεργούμενα εδάφη.

Τα δείγματα εδάφους ελήφθησαν, σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, από τις περιοχές Νέα Αγχίαλος και Διμήνι της πόλης του Βόλου το έτος 2008, όπου καλλιεργούσαν ελιές.

Οι παράμετροι που αναλύθηκαν στα δείγματα είναι pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα, μηχανική ανάλυση, οργανική ουσία, υδατοδιαλυτά άλατα και ανταλλάξιμα κατιόντα.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων του τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος παραρτήματος Χανίων του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Τα νερά που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις εδαφών επιδρούν σε μεγάλο βαθμό στην εξέλιξη και στη διαμόρφωση των φυσικοχημικών τους ιδιοτήτων. Οι αποδόσεις των αρδευόμενων καλλιεργειών είναι σημαντικές, όταν επιλέγονται οι κατάλληλες ποσότητες νερών. Οι μη ελεγχόμενες υπερβολικές αρδεύσεις, είτε ελλιπείς με μη κανονικό εύρος αρδεύσεων είναι επικίνδυνες για τις καλλιέργειες και τα εδάφη, με οποιαδήποτε ποιότητα νερού και αν χρησιμοποιείται. Η εκάστοτε θερμοκρασία στη διάρκεια των αρδεύσεων επηρεάζει ανάλογα, θετικά ή αρνητικά, την παραγωγικότητα των εδαφών και τις καλλιέργειες γενικότερα.

Όλα τα νερά που χρησιμοποιούνται για πότισμα, από οπουδήποτε και αν προέρχονται (πηγές, ποταμούς, υδατοφράκτες, γεωτρήσεις) περιέχουν πάντοτε ορισμένες ποσότητες διαλυτών αλάτων. Για το λόγο αυτό το νερό που χρησιμοποιείται για πότισμα θεωρείται η μεγαλύτερη πηγή αλάτων μέσα στο έδαφος. Άλλη πηγή αλάτων του εδάφους είναι η προσθήκη λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών. Το νερό ποτίσματος μπορεί να διαφέρει σημαντικά όσον αφορά την ποιότητα του ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των υδατοδιαλυτών αλάτων. Τα άλατα βρίσκονται στο νερό ποτίσματος σε σχετικά μικρές αλλά σημαντικές ποσότητες. Με το πότισμα τα άλατα που βρίσκονται στο νερό παραμένουν στο έδαφος ενώ το νερό εξατμίζεται ή χρησιμοποιείται από τα φυτά {11}.

Η καταλληλότητα του νερού ποτίσματος δεν χαρακτηρίζεται μόνο από τη συνολική συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων αλλά και από το είδος των επιμέρους ιόντων. Με την αύξηση των υδατοδιαλυτών αλάτων παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα στα εδάφη και τις φυτείες, με αποτέλεσμα την ανάγκη εκτέλεσης ειδικών καλλιεργητικών φροντίδων για διατήρηση ικανοποιητικών επιπέδων παραγωγής.

Με τις υπεραντλήσεις μεταβάλλεται η κατάσταση ισορροπίας γλυκών και θαλάσσιων νερών, με συνέπεια τα θαλασσινά νερά να εισβάλουν στην περιοχή των γλυκών νερών και να τα αλμυρώνουν σε μικρό ή σε μεγάλο βαθμό, ανάλογα με την ποσότητα και το βάθος διείσδυσης.

Η υφαλμύρωση των νερών, γενικά, χαρακτηρίζεται από την αύξηση της περιεκτικότητας σε χλωριούχο νάτριο (NaCl) στο οποίο οφείλεται και η χαρακτηριστική τους γεύση.

1.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΟΛΙΚΩΝ ΑΛΑΤΩΝ

Οι συγκεντρώσεις ολικών αλάτων εκφράζουν το σύνολο των υδατοδιαλυτών αλάτων, που περιέχονται στα νερά και προσδιορίζονται με μεγάλη προσέγγιση από την ηλεκτρική αγωγιμότητα, η οποία αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση των συγκεντρώσεων των διαλυμένων στα νερά αλάτων.

Η συγκέντρωση ολικών αλάτων διαμορφώνει την ωσμωτική πίεση των χρησιμοποιούμενων για αρδεύσεις νερών, η οποία καθορίζει τη δυνατότητα απορρόφησης εδαφικού νερού ή των χρησιμοποιούμενων για αρδεύσεις νερών από τα ριζικά κύτταρα των καλλιεργειών. Οι ωσμωτικές πιέσεις, που εξασκούν τα άλατα του εδαφικού νερού στα ριζικά κύτταρα των διαφόρων φυτικών ειδών, είναι ανάλογες της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Οι συνολικές συγκεντρώσεις αλάτων στα νερά καθορίζουν τον τρόπο άρδευσης, τις συγκεντρώσεις αλάτων στη ριζόσφαιρα των καλλιεργειών μεταξύ δύο αρδεύσεων, το εύρος των αρδεύσεων, τη διύγνωση των εδαφών έως το βάθος και την έκταση του ριζικού συστήματος των καλλιεργειών.

Η αντοχή στα άλατα των διαφόρων φυτικών ειδών καθορίζεται από την ενδοωσμωτική πίεση των ριζικών κυττάρων, από την οποία εξαρτάται η δυνατότητα απορρόφησης νερού από το έδαφος των ριζικών κυττάρων. Τα φυτά, ανάλογα με την αντοχή των ριζικών κυττάρων στην ωσμωτική πίεση των αλάτων του εδαφικού νερού και των νερών άρδευσης, κατατάσσονται σε κατηγορίες{6}.

A – Μικρής ανθεκτικότητας στα άλατα

Το ανώτατο όριο συγκέντρωσης ολικών αλάτων στα νερά και στο διαθέσιμο εδαφικό νερό είναι μικρότερο των 4.000 μmhos/cm στους 25 °C, που αντιστοιχεί σε ωσμωτική πίεση 14,4 Atm.

Β – Μέτριας ανθεκτικότητας στα άλατα

Το ανώτατο όριο συγκέντρωσης ολικών αλάτων στα νερά και στο διαθέσιμο εδαφικό νερό είναι μικρότερο των 10.000 μmhos/cm στους 25 °C, που αντιστοιχεί σε ωσμωτική πίεση αλάτων στα ριζικά κύτταρα περίπου 36 Atm.

Γ – Υψηλής ανθεκτικότητας στα άλατα

Το ανώτατο όριο συγκέντρωσης ολικών αλάτων στα νερά και στο διαθέσιμο εδαφικό νερό είναι μικρότερο των 20.000 μmhos/cm στους 25 °C, που αντιστοιχεί σε ωσμωτική πίεση αλάτων στα ριζικά κύτταρα περίπου 72 Atm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2

Παραδείγματα καλλιεργειών που ανήκουν στις προαναφερθείσες κατηγορίες.

Ομάδες Καλλιεργειών	Κατηγορία αντοχής στα άλατα		
	Υψηλής αντοχής	Μέτριας αντοχής	Μικρής αντοχής
Δενδρώδεις καλλιέργειες	Φοίνικες	Ροδιές	Απίδια
	Φυστικές	Συκιές	Αμυγδαλιά
		Αμπέλια	Βερικοκιά
		Ελιές	Ροδακινιά
		Μάγκος	Δαμασκηλιά
		Μπανάνες	Μηλιά
		Λοτοί	Πορτοκαλιά
			Λεμονιά

1.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ

Τα κυριότερα άλατα που περιέχονται στα διάφορα σκληρά πετρώματα, δυσδιάλυτα και ευδιάλυτα, είναι του ανθρακικού ασβεστίου, του θειικού ασβεστίου, του ανθρακικού μαγνησίου, και του χλωριούχου νατρίου. Περιέχεται ακόμα και μεγάλος αριθμός σε ιχνοστοιχειακές ποσότητες, οξείδια και ενώσεις διαφόρων μετάλλων, που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των επιφανειακών και υπόγειων νερών, τα οποία χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις.

Όταν τα αναφερόμενα νερά συμπυκνώνονται με εξατμίσεις, είτε με προοδευτικούς εμπλουτισμούς με ανάλογα άλατα, οι συγκεντρώσεις αλάτων αυξάνουν και τείνουν σε συγκεντρώσεις υφάλμυρων νερών. Οι αρχικές συγκεντρώσεις κατιόντων και ανιόντων στα όμβρια νερά, στα νερά των ποταμών και των λιμνών μεταβάλλονται συνεχώς, όπως και οι μεταξύ τους σχέσεις.

Εάν σε ένα διάλυμα αλάτων νερού οι συγκεντρώσεις αλάτων ασβεστίου είναι μεγαλύτερες από τις συγκεντρώσεις των αλάτων νατρίου τα κolloειδή των εδαφών προσροφούν ιόντα ασβεστίου και θρομβώνονται. Τότε οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου στα νερά ελαττώνονται. Αντίθετα, όταν οι συγκεντρώσεις των αλάτων νατρίου στα νερά είναι κατά πολύ μεγαλύτερες των συγκεντρώσεων των ιόντων ασβεστίου, τα κolloειδή των εδαφών απορροφούν νάτριο και το εναλλάσσουν με ασβέστιο. Οι συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου στα νερά ελαττώνονται, αλλά τα εδάφη αλκαλιώνονται. Όταν οι συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου και ασβεστίου έχουν ισοδύναμη ιοντοανταλλακτική ικανότητα αποβάλλονται τα πλέον δυσδιάλυτα άλατα του ανθρακικού ασβεστίου και ακολουθούν του θειικού. Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι, είναι σπάνια η περίπτωση κορεσμού, κάτω από συνήθεις συνθήκες νερών με συγκεντρώσεις αλάτων χλωριούχου νατρίου, όταν η διαλυτότητά τους ανέρχεται σε 6.120 meq/L στους 20 °C και σε 6.290 meq/L στους 5 °C.

Ο κορεσμός των νερών με άλατα χλωριούχου νατρίου γίνεται σπάνια και είναι δυνατό να γίνει μόνο όταν τα νερά διαρρέουν παράλληλα με μικρές ταχύτητες, παλιές θαλάσσιες αποθέσεις αλάτων ή θαλάσσια επιφανειακά συμπυκνώματα ή αλυκές. Η συμπύκνωση θειικών αλάτων γίνεται με εξατμίσεις και δεν ξεπερνά ποτέ τη διαλυτότητα θειικού ασβεστίου, η οποία μειώνεται ανάλογα με την αύξηση της θερμοκρασίας. Τα νερά γενικά διαλύουν ευκολότερα και ταχύτερα τα χλωριούχα άλατα από εκείνα των θειικών, με τα οποία εμπλουτίζονται συνεχώς{5}.

Οι συγκεντρώσεις των αλάτων του μαγνησίου στα νερά γενικά διαφέρουν μεταξύ τους και αρκετά από τις συγκεντρώσεις αλάτων του ασβεστίου. Οι συγκεντρώσεις του μαγνησίου στα νερά όπως και στα εδάφη είναι μικρές.

Οι μεγάλες συγκεντρώσεις μαγνησίου στα νερά προέρχονται συνήθως από το μαγνήσιο των αλκαλιωμένων και εναλατωμένων εδαφών, Με ιοντοανταλλαγές μαγνησίου/ασβεστίου που καθορίζονται από τις μεταξύ τους σχέσεις συγκεντρώσεων. Οι διαφορές συγκεντρώσεων ασβεστίου και μαγνησίου στα επιφανειακά και υπόγεια νερά διαφέρουν μεταξύ τους, ανάλογα με την προέλευση, τη θερμοκρασία, το βάθος διείσδυσης, τις συμπυκνώσεις, τις αραιώσεις εξαιτίας αναμειξίς που υφίστανται στο χρόνο της διείσδυσης, είτε της πορείας προς τους τελικούς αποδέκτες.

Η περιεκτικότητα των νερών άρδευσης και του εδαφικού νερού σε υδατοδιαλυτά άλατα ασβεστίου εμποδίζουν την αλκαλίωση των εδαφών όταν οι συγκεντρώσεις νατρίου στο εδαφικό νερό τείνουν να υπερβούν τα ανεκτά όρια. Στη δομή των εδαφών συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό η περιεκτικότητα τους σε ανθρακικό ασβέστιο, ενώ το pH ρυθμίζει την ικανότητα απορρόφησης μεγαλοστοιχείων και ιχνοστοιχείων από τα ριζικά κύτταρα, τις οξειδοαναγωγικές και τις βιολογικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στα εδάφη και στα φυτά.

Οι συγκεντρώσεις ιόντων του εδαφικού νερού και οι μεταξύ τους σχέσεις ρυθμίζουν τη δυνατότητα προσρόφησης των κατιόντων από τα εδαφικά κολλοειδή και στη συνέχεια την απορρόφησή τους από το ριζικό σύστημα των καλλιεργειών.

Η αλατότητα, δηλαδή η συνολική συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών αλάτων, είναι το πιο απλό και χαρακτηριστικό κριτήριο που χρησιμοποιείται κατά την εκτίμηση του νερού ποτίσματος. Η σημασία της αλατότητας έγκειται στο γεγονός ότι οι περισσότερες καλλιέργειες αντιδρούν στη συνολική συγκέντρωση αλάτων στο διάλυμα παρά στα επιμέρους ειδικά ιόντα. Η συνολική συγκέντρωση αλάτων εκφράζεται με πολλούς τρόπους. Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι είναι σε μονάδες ηλεκτρικής αγωγιμότητας (dS/m) ή σε μέρη στο εκατομμύριο (μ.σ.ε.) {5}.

1.4 ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΑ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΝΑΤΡΙΟΥ

Τα κυριότερα άλατα που περιέχονται στα νερά είναι του νατρίου, του μαγνησίου και του ασβεστίου, που τα εντάσσουν σε κατηγορίες και τα κρίνουν κατάλληλα ή όχι για αρδεύσεις εδαφών και καλλιεργειών διάφορων φυτικών ειδών, όταν συντρέχουν και οι ανάλογες προϋποθέσεις.

Τα κολλοειδή των εδαφών αλκαλιώνονται με αποτέλεσμα τα εδάφη να υποβαθμίζονται και να γίνονται παθογενή. Τα φυτά δεν μπορούν να απορροφήσουν τις απαραίτητες ποσότητες μαγνησίου για τη σύνθεση τη χλωροφύλλης, που είναι η βασικότερη οργανική ένωση φωτοσύνθεσης και παραγωγής υδατανθράκων, πρωτεϊνών, λιπαρών ενώσεων κ.α.

Διαπιστώθηκε ακόμη ότι, όταν τα εδάφη αρδεύονται με νερά, που περιέχουν μικρές είτε μέτριες ποσότητες ολικών αλάτων, στα οποία εκατοστιαία αναλογία νατρίου είναι ≥ 60 % δεν προκύπτουν προβλήματα εναλάτωσης, ενώ είναι δυνατό να εμφανιστούν προβλήματα αλκαλίωσης των εδαφών με την προσρόφηση ιόντων νατρίου από τα κολλοειδή και τροφοπενίες μαγνησίου. Αντίθετα, όταν τα εδάφη αρδεύονται με νερά υψηλής συγκέντρωσης ολικών αλάτων, αλλά με εκατοστιαία αναλογία νατρίου μικρότερη του 60 % δεν εμφανίζονται έντονα προβλήματα εναλάτωσης {3}.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΑΥΤΟ

Έδαφος είναι το στρώμα από χαλαρά ανόργανα και οργανικά υλικά που καλύπτει την επιφάνεια της ξηράς της γης και προέκυψε από την αποσάθρωση ορυκτών και πετρωμάτων (μητρικό υλικό) με τη συνδυασμένη δράση φυσικών, χημικών και βιολογικών παραγόντων{1}.

2.1 ΤΟ ΕΔΑΦΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ

Η διαφοροποίηση του εδάφους σε σχέση με το βάθος οφείλεται στην μακροχρόνια δράση των παραγόντων εδαφογένεσης. Η διαφοροποίηση αυτή αφορά τη δημιουργία διακεκριμένων ζωνών μέσα στο έδαφος παράλληλων περίπου προ της επιφάνειάς του, που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το χρώμα, τη σύστασή τους, την περιεκτικότητά τους σε νερό και ρίζες φυτών κ.τ.λ. Οι ζώνες αυτές ονομάζονται **γενετικοί ορίζοντες** και η μελέτη τους μπορεί να γίνει στο εδαφικό προφίλ. (εδαφοτομή).

Εδαφικό προφίλ ορίζεται μια κατακόρυφη τομή του εδάφους που αρχίζει από την επιφάνειά του και φθάνει μέχρι το μητρικό υλικό. Η μελέτη του εδαφικού προφίλ σε όλο του το βάθος ενδιαφέρει κυρίως τους ταξινομους των εδαφών. Ο έλεγχος όμως της παραγωγικότητας ενός εδάφους βασίζεται στην παρατήρηση του εδαφικού προφίλ μέχρι το βάθος που μπορούν να φθάσουν οι ρίζες των φυτών, δηλαδή περίπου μέχρι βάθος 1,5 m. Οι ορίζοντες του εδάφους αντικατοπτρίζουν τη γενετική του ιστορία και διακρίνονται σε τέσσερις κυρίως τύπους που συμβολίζονται με τα κεφαλαία γράμματα O, A, B, και C.

Οι ορίζοντες αυτοί διακρίνονται και σε υποορίζοντες O₁, O₂, A₁, A₂, A₃, B₁, B₂, B₃. Στη μελέτη του εδαφικού προφίλ συμπεριλαμβάνεται επίσης και η στρώση του μητρικού πετρώματος που συμβολίζεται με R{1}.

Ορίζοντας O

Είναι οργανικός ορίζοντας η περιεκτικότητα του οποίου σε οργανική ουσία, ανάλογα και με την περιεκτικότητα σε άργιλο πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 20 - 30%.

Υποορίζοντας O₁

Είναι οργανικός ορίζοντας η οργανική ουσία του οποίου δεν έχει πλήρως αποσυντεθεί και συνεπώς είναι εύκολη η αναγνώριση της προέλευσής της.

Υποορίζοντας O₂

Είναι οργανικός ορίζοντας με οργανική ουσία η οποία βρίσκεται σε προχωρημένη αποσύνθεση και δεν είναι εύκολη η αναγνώριση της προέλευσής της{1}.

Ορίζοντας A

Είναι ανόργανος ορίζοντας που σχηματίστηκε στην επιφάνεια του εδάφους ή κάτω από έναν O ορίζοντα και περιέχει αρκετή ποσότητα οργανικής ουσίας.

O ορίζοντας αυτός έχει χάσει λόγο μετακίνησης προς το B ορίζοντα άργιλο, σίδηρο, αργίλιο και επομένως εμφανίζει έμμεσο εμπλουτισμό σε χαλαζία ή άλλα σταθερά στην αποσάθρωση ορυκτά της άμμου και της ιλύος. Λόγω της μετακίνησης των προαναφερόμενων συστατικών χαρακτηρίζεται σαν **ελουβιακός** ορίζοντας και έχει ανοικτότερο χρωματισμό απ' ότι ο B.

Υποορίζοντας A₁

Είναι ανόργανος επιφανειακός ορίζοντας που περιέχει καλά χρησιμοποιούμενη οργανική ουσία συνενωμένη με τα ανόργανα συστατικά του, έχοντας ως εκ τούτου σκοτεινότερο χρώμα από τον υποκείμενο A₂ ορίζοντα{1}.

Υποορίζοντας A₂

Είναι ο κατ' εξοχήν ελουβιακός ορίζοντας από τον οποίο πραγματοποιείτε η μετακίνηση των συστατικών του εδάφους. Έχει ανοικτότερο χρώμα από τον υπερκείμενο A₁ και τον υποκείμενο B₂.

Υποορίζοντας A₃

Είναι ανόργανος μεταβατικός ορίζοντας μεταξύ των A και B οριζόντων στον οποίο όμως κυριαρχούν οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του A. Πολλές φορές λείπει.

Ορίζοντας B

Είναι ανόργανος ορίζοντας που σχηματίζεται βαθύτερα από τον A και δέχεται συνήθως την άργιλο, το σίδηρο, το αργίλιο και την οργανική ουσία που μετακινούνται από τον A ορίζοντα. Χαρακτηρίζεται σαν **ιλλουβιακός** ορίζοντας και ο χρωματισμός του είναι εντονότερος του υπερκείμενου ορίζοντα εξαιτίας της επικάλυψης των κόκκων του από οξειδία κυρίως του σιδήρου.

Υποορίζοντας B₁

Είναι ανόργανος μεταβατικός ορίζοντας μεταξύ των A και B οριζόντων στον οποίο όμως κυριαρχούν οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του B. Πολλές φορές λείπει.

Υποορίζοντας B₂

Είναι ο κατ' εξοχήν ιλλουβιακός ορίζοντας ο οποίος δέχεται τα συστατικά που μετακινούνται από τον A₂ ορίζοντα και ως εκ τούτου έχει σκοτεινότερο χρωματισμό από αυτόν.

Υποορίζοντας B₃

Είναι ανόργανος μεταβατικός ορίζοντας μεταξύ των B και C οριζόντων στον οποίο όμως κυριαρχούν οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του B₁.

Ορίζοντας C

Είναι ανόργανος ορίζοντας ο οποίος μοιάζει ή όχι με το μητρικό υλικό από το οποίο προήλθε το έδαφος και έχει υποστεί μικρή αλλοίωση εξαιτίας της δράσης των εδαφογενετικών παραγόντων, με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζει χαρακτηριστικές ιδιότητες ανάλογες με αυτές των υπερκείμενων οριζόντων^{1}.

Στρώση μητρικού πετρώματος R

Δεν είναι ορίζοντας, αλλά το συμπαγές πέτρωμα που αποτελεί συνήθως και το μητρικό υλικό από το οποίο προέκυψε το υπερκείμενο έδαφος^{1}.

2.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

*Η κοκκομετρική σύσταση, η δομή, το χρώμα, η θερμοκρασία, το πορώδες, η συνεκτικότητα είναι μερικές από τις **φυσικές ιδιότητες** του εδάφους, οι οποίες καθορίζουν τη συμπεριφορά ή την αντίδραση του εδάφους σε σχέση με το περιβάλλον, τα φυτά και τη μηχανική του κατεργασία^{1}.*

2.2.1 Η ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η μηχανική σύσταση του εδάφους έχει σχέση με το μέγεθος των ανόργανων τεμαχιδίων και την αναλογία τους στο έδαφος. Τα ανόργανα χαλαρά στερεά συστατικά του εδάφους αποτελούνται από κομμάτια πετρωμάτων, από πρωτογενή και δευτερογενή ορυκτά, το είδος και το μέγεθος των οποίων ποικίλει και εξαρτάται από τη φύση του μητρικού υλικού και το βαθμό της αποσάθρωσής τους.

Σ' ένα έδαφος είναι δυνατόν να παρατηρήσει κανείς από πέτρες και χαλίκια, μέχρι τεμαχίδια μη ορατά με γυμνό μάτι.

Τα κλάσματα της μηχανικής σύστασης είναι τρία : **άμμος**, **ιλύς** και **άργιλος**. Η εργαστηριακή τεχνική, με τη βοήθεια της οποίας γίνεται ο ποσοτικός προσδιορισμός της εκατοστιαίας περιεκτικότητας του εδάφους στα τρία κλάσματα ονομάζεται **κοκκομετρική ή μηχανική ανάλυση**. Η γνώση της μηχανικής σύστασης των εδαφών είναι προσανατολιστικός παράγοντας για τις φυσικές ιδιότητές τους και εν μέρει για τις χημικές.

Στον **Πίνακα 2.2.1** φαίνεται η διάκριση των σπουδαιότερων κλασμάτων μηχανικής σύστασης, όπως ορίστηκαν με διεθνή σύμβαση το 1927. Από τον πίνακα φαίνεται καθαρά πως σε μικρή μείωση του μεγέθους των τεμαχιδίων αντιστοιχεί πολύ μεγάλη αύξηση του αριθμού τους, καθώς και της ειδικής τους επιφάνειας. Επομένως τα μικρότερου μεγέθους κλάσματα του εδάφους παρουσιάζουν μεγαλύτερη ενεργό επιφάνεια από ότι τα μεγαλύτερου και αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη συγκράτηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους{1}.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2.1

Κλάσματα μηχανικής σύστασης κατά το Διεθνές σύστημα

Κλάσμα	Διάμετρος σε mm	Αριθμός τεμαχιδίων ανά gr	Ειδική επιφάνεια σε cm ² /gr
Χονδρή άμμος	2 – 0,2	5×10^2	20
Λεπτή άμμος	0,2 – 0,02	5×10^5	200
Ιλύς	0,02 – 0,002	5×10^8	2.000
Άργιλος	< 0,002	5×10^{11}	20.000

Η **άμμος** των εδαφών αποτελείται από αποστρογγυλωμένους ή γωνιώδεις κόκκους, οι οποίοι εξαιτίας της μικρής τους επιφάνειας στερούνται της ικανότητας να συγκρατούν νερό και ακόμα δεν εμφανίζουν πλαστικότητα και συνοχή. Η **ιλύς** αποτελείται από κόκκους με ακανόνιστο σχήμα, οι οποίοι παρουσιάζουν μικρή πλαστικότητα και συνοχή. Η **άργιλος** αποτελείται από κόκκους πεπλατυσμένους με πολύ μικρό μέγεθος. Εξαιτίας του μικρού τους μεγέθους εμφανίζουν μεγάλη ειδική επιφάνεια, πράγμα που επιτρέπει στην άργιλο να συγκρατεί πολύ νερό και να εκδηλώνει μεγάλη πλαστικότητα και συνοχή.

Οι κατηγορίες μηχανικής σύστασης του εδάφους αναφέρονται στην αναλογία των τριών κλασμάτων στη λεπτή γη. Η κατάταξη ενός εδάφους σε κάποια κατηγορία γίνεται με τη βοήθεια του τριγώνου μηχανικής σύστασης.

Τα *αμμώδη εδάφη* στα οποία επικρατεί η άμμος αερίζονται καλά και θερμαίνονται εύκολα. Δεν μπορούν να συγκρατήσουν πολύ νερό και θρεπτικά στοιχεία και γι' αυτό χαρακτηρίζονται γενικώς ως πτωχά εδάφη.

Τα *αργιλώδη εδάφη* στα οποία επικρατεί η άργιλος δεν αερίζονται καλά ούτε θερμαίνονται εύκολα. Συγκρατούν πολύ νερό και θρεπτικά στοιχεία και συνήθως δεν είναι εύκολα στην κατεργασία τους.

Τα *μέσης σύστασης εδάφη* στα οποία συμμετέχουν και τα τρία κλάσματα περίπου ισόποσα, εκδηλώνουν ενδιάμεσες ιδιότητες των προαναφερόμενων κατηγοριών και θεωρούνται ως τα πιο κατάλληλα για γεωργική εκμετάλλευση{1}.

2.2.2 ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Με τον όρο δομή εννοείται η διάταξη των ανόργανων και οργανικών συστατικών που περιέχονται στα εδάφη. Στη διαμόρφωση της δομής συμβάλλουν, γενικά, η μηχανική σύσταση των αποσπασμάτων, η ποσότητα και ο τύπος των κολλοειδών, τα ανόργανα άλατα ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου και οι μεταξύ τους σχέσεις, η οργανική ύλη κ.α.

Από τη δομή των εδαφών εξαρτάται άμεσα η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των καλλιεργειών, η καλή κυκλοφορία νερού και αέρα, η στράγγιση, η διακίνηση των θρεπτικών μεγαλοστοιχείων και ιχνοστοιχείων, οι αραιώσεις αλάτων κ.λπ{1}.

Οι κύριοι συντελεστές που διαμορφώνουν βασικά τη δομή των εδαφών είναι :

- Η κοκκομετρική αναβάθμιση των αποσαθρωμάτων, η ορυκτολογική τους προέλευση και ο βαθμός διάβρωσης.
- Το pH, η ποιότητα και η ποσότητα νερού που συγκρατούν τα αποσαθρώματα.
- Η φυσικοχημική κατάσταση των κolloειδών.
- Οι συγκεντρώσεις κατιόντων ασβεστίου, μαγνησίου και νατρίου στο εδαφικό νερό.
- Η περιεχόμενη ποσότητα χουμοποιημένης κοπριάς.

A) ΣΥΝΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Ως συνεκτικότητα χαρακτηρίζεται η αντίσταση που προβάλλει το έδαφος σε εξωτερικές δυνάμεις που τείνουν να το θρυμματίσουν και να το παραμορφώσουν. Η συνεκτικότητα αποτελεί ένα μέτρο της ευκολίας ή της δυσκολίας με την οποία μπορεί να καλλιεργηθεί ένα έδαφος. Είναι το αποτέλεσμα της εκδήλωσης των φυσικών δυνάμεων συνοχής και συνάφειας που αναπτύσσονται μεταξύ των εδαφικών τεμαχιδίων και επηρεάζεται από οποιονδήποτε παράγοντα που ασκεί επίδραση στις προαναφερόμενες δυνάμεις.

Ο όρος συνοχή αναφέρεται στις ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ ομοειδών τεμαχιδίων του εδάφους. Ο όρος συνάφεια αναφέρεται στις ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ ανόμοιων συστατικών του εδάφους και εκδηλώνονται κυρίως με την παρουσία συνδετικών υλικών όπως το νερό, οι χουμικές ενώσεις κ.τ.λ.

Η συνεκτικότητα του εδάφους εξαρτάται από :

1. **Τη μηχανική του σύσταση.** Αυτή καθορίζει το μέγεθος των τεμαχιδίων άρα και την ειδική τους επιφάνεια.
2. **Τη δομή.** Έδαφος με καλή δομή είναι λιγότερο συνεκτικό, αφού οι δυνάμεις συνοχής και συνάφειας που αναπτύσσονται μεταξύ των συσσωματωμάτων του είναι ασθενής.
3. **Την περιεκτικότητά του σε νερό και οργανική ουσία.** Η οργανική ουσία του εδάφους κάνει το συνεκτικό έδαφος ευκολότερο στην κατεργασία του, κυρίως γιατί βελτιώνει τη δομή του.

Σαν πλαστικότητα ενός εδάφους ορίζεται η ικανότητά του να μορφοποιείται και να αλλάζει συνεχώς σχήμα, χωρίς να σχίζεται, όταν επιδρά σε αυτό μια εξωτερική δύναμη και να διατηρεί το σχήμα του όταν σταματήσει η δράση της δύναμης.

Ο σπουδαιότερος παράγοντας που επηρεάζει τη συνεκτικότητα των εδαφών είναι η περιεκτικότητά τους σε νερό. Οι άλλοι παράγοντες, όπως η περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο, η ορυκτολογική σύσταση της αργίλου, το είδος των προσροφημένων κατιόντων, η ποσότητα της οργανικής ουσίας και ο βαθμός αποσύνθεσής της, επηρεάζουν έμμεσα τη συνεκτικότητα μεταβάλλοντας παράλληλα και την ποσότητα του νερού στην οποία εκδηλώνονται σε κάθε έδαφος οι διάφορες τιμές συνεκτικότητας{1}.

B) Η ΘΡΟΜΒΩΣΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

Για τη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων στο έδαφος απαραίτητη προϋπόθεση είναι, η άργιλος να βρίσκεται σε κατάσταση θρομβώσεως. Η θρόμβωση της αργίλου ως γνωστό προάγεται από την παρουσία στο εδαφικό διάλυμα ορισμένων κατιόντων όπως Ca^{2+} , Al^{3+} και H^+ ενώ αντίθετα η παρουσία ιόντων Na^+ συμβάλλει στη διασπορά της. Προβλήματα δομής εξαιτίας του ότι η άργιλος είναι σε κατάσταση διασποράς έχουν τα νατριωμένα εδάφη. Στα εδάφη αυτά το νάτριο είναι άφθονο, τόσο στο εδαφικό διάλυμα, όσο και στη στερεή φάση. Η προσθήκη σε αυτά γύψου με στόχο την εξυγίανσή τους συμβάλλει εκτός των άλλων και στη βελτίωση της δομής τους{1}.

Γ) Η ΔΙΟΓΚΩΣΗ ΚΑΙ Η ΣΥΡΡΙΚΝΩΣΗ ΤΗΣ ΑΡΓΙΛΟΥ

Ένα άλλο γνώρισμα που χαρακτηρίζει την άργιλο των εδαφών και επηρεάζει τη δημιουργία, αλλά και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων είναι η διόγκωση και η συρρίκνωση που υφίσταται με την πρόσληψη ή την απώλεια νερού αντίστοιχα.

Το φαινόμενο της διόγκωσης και της συρρίκνωσης των εδαφών καθορίζει και τη μορφή των σχηματιζόμενων συσσωματωμάτων. Έτσι το κατακόρυφο σχίσμο του εδάφους συμβάλλει στη δημιουργία πρισματικών συσσωματωμάτων, τα οποία παίρνουν στυλοειδή μορφή, όταν υπάρχει αφθονία Na^+ και Mg^{2+} σ' αυτό. Το οριζόντιο σχίσμο του εδάφους συμβάλλει στη δημιουργία πλακοειδών συσσωματωμάτων, πράγμα που συμβαίνει κυρίως στο υπέδαφος κάτω από πίεση. Τέλος, το σχίσμο του εδάφους προς όλες τις κατευθύνσεις συμβάλλει στη δημιουργία πολυεδρικών συσσωματωμάτων, όπως συμβαίνει σε εδάφη με μέση περιεκτικότητα σε άργιλο και με επικρατέστερο το ασβέστιο μεταξύ των ανταλλάξιμων κατιόντων{1}.

2.2.3 ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το χρώμα του εδάφους αποτελεί διαγνωστικό στοιχείο για την αναγνώριση του, καθώς και για την αναγνώριση των οριζόντων του. Επίσης, το χρώμα του εδάφους επηρεάζει τη θερμοκρασία του, αφού ένα έδαφος με σκοτεινό χρώμα απορροφά περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία από ένα άλλο με ανοικτό χρώμα. Τα συνηθέστερα χρώματα των ανόργανων εδαφών είναι οι διάφορες αποχρώσεις του ορφνού με αποχρώσεις προς το κόκκινο και το μαύρο, καθώς και οι αποχρώσεις του γκριζου. Τα οργανικά εδάφη κατά κανόνα έχουν μαύρο χρώμα ή σκοτεινό ορφνό{1}.

2.2.4 Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η θερμοκρασία του εδάφους εκτιμά τη θερμική του ενέργεια. Η σημασία της είναι μεγάλη για την βλάστηση των σπόρων, την ανάπτυξη των φυτών, τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους, την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, την αποσάθρωση του μητρικού υλικού και την κυκλοφορία του εδαφικού αέρα. Η θερμοκρασία του εδάφους αντιπροσωπεύει το θερμοκρασιακό ισοζύγιο της θερμικής ενέργειας που δέχεται και αυτής που αποδίδει.

Η θερμική ενέργεια που δέχεται ένα έδαφος προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από τον ήλιο και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, την εποχή, την κλίση της επιφάνειας του εδάφους, το χρώμα του εδάφους και τη φυτική κάλυψη. Η θερμική ενέργεια που χάνει ένα έδαφος οφείλεται τόσο στην εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας από την επιφάνειά του όσο και στην εξάτμιση του εδαφικού νερού. Η ποσότητα της θερμότητας που εκπέμπει ένα έδαφος εξαρτάται από την εποχή, τη φυτική κάλυψη, το χρώμα και την ποσότητα νερού που περιέχει το έδαφος.

Η θερμοκρασία του εδάφους είναι μεγαλύτερη τους θερινούς μήνες και στο μέσον της ημέρας, η δε μεταβολή της είναι εντονότερη στο επιφανειακό έδαφος, απ' ότι στο υπέδαφος{1}.

2.2.5 ΤΟ ΠΟΡΩΔΕΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το **πορώδες** του εδάφους εκφράζει το συνολικό όγκο των κενών πόρων και είναι μια από τις πιο σημαντικές φυσικές του ιδιότητες. Αυτό είναι που επηρεάζει την κίνηση του νερού και του αέρα στο έδαφος, τη θερμοκρασία του εδάφους, την ευκολία με την οποία μπορεί να καλλιεργηθεί.

Όλοι οι παράγοντες που έχουν σχέση με το σχηματισμό, το μέγεθος και τη σταθερότητα των συσσωματωμάτων, επηρεάζουν και το πορώδες του εδάφους. Μια μέση κατάταξη των πόρων κατά μέγεθος και οι αντίστοιχες ιδιότητές τους είναι οι παρακάτω :

1. **Μεγάλοι πόροι.** Έχουν μέση διάμετρο $> 10 \mu\text{m}$ και μέσω αυτών διηθείται γρήγορα το νερό στο έδαφος.
2. **Μέσοι πόροι.** Έχουν διάμετρο $0,2 - 10 \mu\text{m}$ συγκρατούν το νερό και το διαθέτουν εύκολα στα φυτά. Από την ύπαρξη μεγάλου ποσοστού μέσων πόρων στο έδαφος εξαρτάται η αποθεματική ποσότητα νερού σε αυτό προς χρήση από τα φυτά. Με την απομάκρυνση του νερού οι πόροι αυτοί γεμίζουν με αέρα.

3. **Μικροί πόροι.** Έχουν διάμετρο $< 0,2 \mu\text{m}$ συγκρατούν το νερό πολύ ισχυρά στο εσωτερικό τους, έτσι ώστε να μην είναι διαθέσιμο στα φυτά. Οι πόροι αυτοί γεμίζουν με αέρα μόνο έπειτα από περίοδο παρατεταμένης ξηρασίας.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες για τη διαμόρφωση του μεγέθους των πόρων ενός εδάφους αλλά και του ολικού πορώδους του είναι η μηχανική του σύσταση και η περιεκτικότητα του σε οργανική ουσία. Στα βαθύτερα στρώματα, όπου η δομή αποκτά μονιμότερο χαρακτήρα, επικρατούν οι μέσου και μικρού μεγέθους πόροι με αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του μετακινούμενου αέρα, αλλά και την αύξηση του περιεχόμενου νερού.

Μεταβολή του πορώδους και ιδιαίτερα αύξηση του μικρού μεγέθους πόρων παρατηρείται στα καλλιεργούμενα εδάφη, όταν συμπιέζονται από βαριά γεωργικά μηχανήματα. Η μεταβολή αυτή αποκτά δραματικές διαστάσεις αν η κατεργασία γίνει όταν το έδαφος είναι υγρό. Το ίδιο μπορεί να συμβεί, όταν σ' ένα έδαφος εφαρμόζεται επί σειρά ετών η ίδια καλλιέργεια με τις ίδιες τεχνικές και μεθόδους. Σ' ένα ιδανικό έδαφος το πορώδες του πρέπει να αντιπροσωπεύει το 50 % περίπου του όγκου του και η σχέση μεταξύ των μεγάλων πόρων του και του αθροίσματος των μέσων και των μικρών να είναι 2:3^{1}.

2.3 ΕΔΑΦΙΚΟ ΝΕΡΟ

Το νερό που συγκρατείται γύρω από τα τεμαχίδια της αργίλου υπό μορφή υμενίων χαρακτηρίζεται σαν **προσοροφημένο**. Νερό όμως συγκρατείται και μέσα στους εδαφικούς πόρους με δυνάμεις επιφανειακής τάσης. Η επιφανειακή τάση και ο σχηματιζόμενος μηνίσκος στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού που συγκρατείται στους τριχοειδείς πόρους, οφείλονται στις δυνάμεις **συνοχής**, που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του νερού και στις δυνάμεις **συνάφειας**, που αναπτύσσονται μεταξύ των τοιχωμάτων των πόρων και των μορίων του νερού. Οι δυνάμεις επιφανειακής τάσης που ασκούνται στους μηνίσκους αυξάνονται με τη μείωση της διαμέτρου των πόρων της στερεής φάσης του εδάφους. Η διάμετρος των πόρων, στους οποίους μπορεί να συγκρατείται νερό με δυνάμεις μεγαλύτερες της βαρύτητας, είναι μικρότερη από 10 μm . Το νερό που συγκρατείται μέσα σε αυτούς τους πόρους με δυνάμεις επιφανειακής τάσης χαρακτηρίζεται σαν **τριχοειδές νερό**, ενώ αυτό που βρίσκεται σε πόρους με διάμετρο μεγαλύτερη από 10 μm και απομακρύνεται με την επίδραση της βαρύτητας, χαρακτηρίζεται σε **νερό βαρύτητας**.

Εκτός από τις δυνάμεις αυτές στο εδαφικό νερό ασκούνται **οσμωτικές πιέσεις** που αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα στην περίπτωση που η συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος αυξημένη (αλατούχα εδάφη). Το ρόλο της ημιπερατής μεμβράνης στους τριχοειδείς πόρους παίζει η διαχωριστική επιφάνεια νερού-αέρα και κατά τη μεταφορά του νερού από το εδαφικό διάλυμα στα κύτταρα των ζωντανών οργανισμών, όπως αλατούχων εδαφών, η μεταφορά αυτή περιορίζεται εξαιτίας ακριβώς αυτών των οσμωτικών επιδράσεων, πράγμα που δημιουργεί πρόβλημα στην πρόσληψη νερού από τις ρίζες των φυτών, αλλά και βλάστηση των σπόρων. Στην περίπτωση των αλατούχων εδαφών, σημαντική συμμετοχή στο ολικό δυναμικό του νερού έχει και η ωσμωτική πίεση που εκδηλώνεται στο εδαφικό διάλυμα εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσής του σε άλατα^{1}.

2.3.1 ΥΔΑΤΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ως **Υδατοχωρητικότητα** ενός εδάφους χαρακτηρίζεται η μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να συγκρατήσει ένα έδαφος, αν μετά από άρδευση ή βροχή αφεθεί να στραγγίσει ελεύθερα.

Η υδατοχωρητικότητα εξαρτάται από:

Τη μηχανική σύσταση του εδάφους. Όσο μεγαλύτερη είναι η εκατοστιαία σύσταση του εδάφους σε λεπτόκοκκα συστατικά (ιλύ, άργιλο), τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα προσροφημένου νερού στο έδαφος, που είναι ανάλογη της μεγάλης της ειδικής επιφάνειας.

Τη δομή του εδάφους. Όσο αυξάνεται το μικρό πορώδες του εδάφους, τόσο αυξάνεται και η ποσότητα του τριχοειδούς νερού του εδάφους. Συμμετοχή σε αυτό τον παράγοντα έχει και ο προηγούμενος.

Το ποσοστό της οργανικής ουσίας. Η ύπαρξη μεγάλου ποσοστού οργανικής ουσίας στο έδαφος, εξαιτίας της μεγάλης ειδικής επιφάνειας και της επίδρασης που ασκεί στη δομή του εδάφους, αυξάνει την ποσότητα του νερού που συγκρατείται από αυτό^{1}.

Τη φύση των κολλοειδών. Ο χούμος συγκρατεί περισσότερο νερό απ' ό τι η άργιλος. Επίσης, από τα ορυκτά της άργιλου, εκείνα που έχουν διογκωμένο κρυσταλλικό πλέγμα συγκρατούν περισσότερο νερό από εκείνα που έχουν μη διογκωμένο κρυσταλλικό πλέγμα.

Το είδος των προσροφημένων κατιόντων. Η ποσότητα του νερού που συγκρατείται από ένα έδαφος διαφέρει εξαιτίας του διαφορετικού βαθμού ενυδάτωσης των κατιόντων{1}.

2.3.2 ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η δύναμη της βαρύτητας κάνει το εδαφικό νερό να κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω ενώ η μύζηση, με άλλα λόγια η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που έχουν συμμετοχή στη συγκράτηση του εδαφικού νερού από τη στερεή φάση του εδάφους κάνει το εδαφικό νερό να κινείται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Διήθηση σε βάθος χαρακτηρίζεται η κίνηση ή η στράγγιση του νερού μέχρι την υπόγεια στάθμη του ή μέχρι το υπέδαφος.

Τριχοειδής άνοδος χαρακτηρίζεται η κίνηση του νερού από την υπόγεια στάθμη προς τα άνω, σε κατεύθυνση δηλαδή αντίθετη από εκείνη που ακολουθεί υπό την επίδραση της βαρύτητας, εξαιτίας της διαφοράς στη μύζηση του εδαφικού νερού.

Η κύρια συνιστώσα του δυναμικού του εδαφικού νερού είναι εκείνη που οφείλεται στη στερεή φάση του εδάφους και ονομάζεται **μύζηση**. Η μύζηση του εδαφικού νερού εκφράζει τη δύναμη συγκράτησής του από το έδαφος ανά μονάδα επιφάνειας του εδάφους και επειδή αντιπροσωπεύει έλξη του νερού προς τη στερεή φάση, εκφράζεται με αρνητική πίεση άρα έχει αρνητική τιμή, η οποία μεταβάλλεται από μηδέν ατμόσφαιρες μέχρι μερικές χιλιάδες ατμόσφαιρες.

Ως διαπερατότητα ή υδραυλική αγωγιμότητα χαρακτηρίζεται η ικανότητα του εδάφους να επιτρέπει τη μετακίνηση του νερού μεταξύ δύο σημείων με διαφορετικό υδατικό δυναμικό.

Υπάρχουν δύο διαφορετικά είδη μετακίνησης του νερού μέσα στο έδαφος. Το πρώτο είδος αφορά την κορεσμένη ροή και αναφέρεται στη μετακίνηση του νερού σε ένα κορεσμένο έδαφος. Η μετακίνηση σ' ένα τέτοιο έδαφος εξαρτάται από τον αριθμό το μέγεθος και τη συνέχεια των εδαφικών πόρων. Η άριστη επιθυμητή τιμή της για τα εδάφη είναι ίση με 0,1 έως 10 μm/s, αυτή δηλαδή που αντιστοιχεί στα καλώς στραγγιζόμενα, μέσης σύστασης, πηλώδη εδάφη. Το δεύτερο είδος αφορά την ακόρεστη ροή, η οποία επικρατεί συνήθως στα εδάφη. Όταν ένα έδαφος χάνει νερό με οποιοδήποτε τρόπο αδειάζουν πρώτα οι μεγαλύτεροι πόροι και στη συνέχεια οι υπόλοιποι ανάλογα με το μέγεθός τους και εφόσον οι απώλειες νερού συνεχίζονται, η κίνηση του νερού στο έδαφος γίνεται με τη μορφή συνεχόμενων υδατινών υμενίων και πραγματοποιείτε μόνο δια μέσου των πόρων που είναι γεμάτοι νερό{1}.

2.4 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΑΛΑΤΩΣΗ ;

Αλάτωση είναι η συσσώρευση υδατοδιαλυτών αλάτων στο έδαφος. Τέτοια άλατα είναι το κάλιο (K^+), το μαγνήσιο (Mg^{2+}), το ασβέστιο (Ca^{2+}), τα χλωριούχα (Cl^-), τα θειικά (SO_4^{2-}), τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), τα διπτανθρακικά (HCO_3^-) και το νάτριο (Na^+). Τα άλατα διαλύονται και μετακινούνται με το νερό. Όταν το νερό εξατμίζεται, τα άλατα μένουν πίσω.

Η πρωταρχική αλάτωση περιλαμβάνει τη συσσώρευση άλατος μέσω φυσικών διαδικασιών λόγω του υψηλού περιεχομένου σε άλας του μητρικού υλικού των υπόγειων υδάτων. Η δευτερεύουσα αλάτωση προκαλείται από ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως ακατάλληλες πρακτικές άρδευσης, για παράδειγμα, με αρδευτικό νερό πλούσιο σε περιεκτικότητα αλάτων ή/και ανεπαρκή αποστράγγιση.

Η αλατότητα αποτελεί μία από τις ευρύτερα διαδεδομένες διαδικασίες υποβάθμισης του εδάφους πάνω στη γη. Η αλάτωση του εδάφους θεωρείται ως βασική αιτία απερίθμωσης και, συνεπώς, σοβαρή μορφή υποβάθμισης του εδάφους. Με τις αυξήσεις της θερμοκρασίας και τις μειώσεις στο χαρακτηριστικό κατακρήμνισης του κλίματος που σημειώθηκαν τα τελευταία χρόνια, το πρόβλημα της αλάτωσης έχει επιδεινωθεί.

Οι παράγοντες οι οποίοι οδηγούν στην υπέρμετρη συσσώρευση αλάτων στο έδαφος μπορεί να είναι φυσικοί ή ανθρωπογενείς. **Φυσικοί** παράγοντες οι οποίοι έχουν ως αποτέλεσμα την αλάτωση ή την νατρίωση:

- γεωλογικά γεγονότα, τα οποία μπορούν να αυξήσουν τη συσσώρευση αλάτων στα υπόγεια ύδατα και συνεπώς στα εδάφη
- φυσικοί παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να διοχετεύσουν υπόγεια ύδατα πλούσια σε περιεκτικότητα αλάτων στην επιφάνεια, κοντά στην επιφάνεια ή στους οριζόντες πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα,

- διήθηση υπόγειων υδάτων σε περιοχές που εκτείνονται κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, δηλαδή, μικρο-υφέσεις με μικρή ή καθόλου αποστράγγιση,

- πλημμύρισμα με νερό από περιοχές με γεωλογικά υποστρώματα από όπου απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες αλάτων,

- επίδραση ανέμων, η οποία στις παράκτιες ζώνες μπορεί να παρασύρει μέτριες ποσότητες αλάτων στην ξηρά{7}.

Άλλοι φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αλατότητα των εδαφών είναι το κλίμα, το μητρικό υλικό του εδάφους, η κάλυψη των εδαφικών εκτάσεων, ο τύπος βλάστησης και η τοπογραφία.

Ανθρωπογενείς παράγοντες οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν σε αλάτωση ή νατρίωση:

- άρδευση με νερό πλούσιο σε περιεκτικότητα αλάτων,

- άνοδος του υδροφόρου ορίζοντα λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων (διήθηση από μη επενδυμένα κανάλια και δεξαμενές, ανομοιογενής διανομή αρδευτικών υδάτων, ελλείψεις αρδευτικές πρακτικές, ακατάλληλη αποστράγγιση),

- χρήση λιπασμάτων και άλλων εισροών, ειδικά στις περιοχές όπου η γη που υπόκειται σε εντατική γεωργία, έχει χαμηλή διαπερατότητα και περιορισμένες δυνατότητες έκπλυσης,

- χρήση πλούσιων σε περιεκτικότητα αλάτων λυμάτων για άρδευση,

- διάθεση πλούσιων σε περιεκτικότητα αλάτων λυμάτων στα εδάφη,

- μόλυνση των εδαφών με ύδατα πλούσια σε περιεκτικότητα αλάτων και βιομηχανικά υποπροϊόντα{7}.

2.5 ΑΛΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΛΟΓΩ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ Ή ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΘΕΣΕΩΣ

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι περιοχές : των δέλτα των ποταμών, ή οι παραθαλάσσιες περιοχές που κατακλύζονται εποχιακά από θάλασσα, οι περιοχές που λόγω ανάγλυφου βρίσκονται στα χαμηλότερα σημεία μιας ευρύτερης λεκάνης ή περιοχής και περιοχές με εδάφη μικρής διαπερατότητας.

Περιοχές δέλτα ποταμών ή παραθαλάσσιες. Εδάφη των περιοχών αυτών λόγω τις συνεχούς επαφής τους με το θαλασσινό νερό καθίστανται αλατούχα. Το θαλασσινό νερό περιέχει κατά μέσο όρο 600 me/l άλατα με κυριαρχούν στοιχείο το Na^+ υπό μορφή NaCl και λιγότερο Ca^+ Mg . Ο λόγος $\text{Na}/(\text{Ca}+\text{Mg})$ στο θαλασσινό νερό είναι >3 . Συνέπεια της επαφής των εδαφών αυτών με το θαλασσινό νερό είναι τα εδάφη να αλατώνονται σε πρώτο στάδιο και στη συνέχεια νατρίωνονται. Ένα άλλο σοβαρό σημείο αυτής της επαφής είναι ο εμπλουτισμός του εδάφους με βόριο το οποίο παραμένει επί μακρόν στο έδαφος ακόμη και μετά τη βελτίωση των εδαφών αυτών. Τις παραπάνω περιοχές τις συναντάμε σε όλα σχεδόν τα πλάτη της γης.

Περιοχές σε χαμηλά σημεία του ανάγλυφου. Στα χαμηλότερα σημεία του ανάγλυφου μιας περιοχής συγκεντρώνονται τα απορρέοντα ή τα διηθούμενα νερά ολόκληρης της λεκάνης που περιβάλλει τη χαμηλή περιοχή. Έτσι στις περιοχές αυτές έχουμε υψηλή υπόγεια στάθμη. Αν η περιοχή δεν έχει φυσική διέξοδο προς ποταμούς ή τη θάλασσα τότε με τη βοήθεια της εξάτμισης τα εδάφη αυτά συγκεντρώνεται μεγάλη ποσότητα αλάτων με αποτέλεσμα να καθίστανται τα εδάφη αλατούχα και στη συνέχεια νατρίουχα.

Περιοχές με εδάφη μικρής διαπερατότητας. Στις περιοχές λόγω μικρής διαπερατότητας (συνήθως εδάφη με μεγάλο ποσοστό αργίλου)τα πάσης προέλευσης νερά δεν διηθούνται σχετικά γρήγορα, οπότε, λόγω εξάτμισης, επέρχεται συμπύκνωση και τελικά απόθεση των αλάτων στην κατανομή του εδάφους. Πολλά εδάφη αυτής της κατηγορίας, αν και ελαφρά ή μέσης μηχανικής σύστασης, περιέχουν στην κατατομή τους αδιαπέρατα στρώματα αργίλου ή άλλου είδους hardpans (στρώμα του σκληρού υπεδάφους).

Οι κατηγορίες 2 και 3 παρατηρούνται σε περιοχές με ημίξηρο και ξερό κλίμα όπου, η μεν εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη ενώ η βροχόπτωση, η οποία θα βοηθούσε στη διάλυση και απομάκρυνση των αλάτων από το έδαφος, μικρή{3}.

2.6 ΠΑΘΟΓΕΝΗ ΕΔΑΦΗ

Διαμορφώνονται συνήθως σε ξηρές περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες όπου σημειώνονται διασπάσεις κολλοειδών, αφυδατώσεις υδροξειδίων, με έντονες ανοδικές κινήσεις αλάτων και την εμφάνιση εξανθημάτων. Διαμορφώνονται ακόμα και σε υγρές περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις, όταν τα εδάφη είναι διαπερατά, με χαμηλή υπόγειο στάθμη νερού και δυνατότητα στράγγισης. Παθογενή εδάφη προκύπτουν και από ανθρωπίνες δραστηριότητες όταν :

- Στις αρδεύσεις χρησιμοποιούνται ακατάλληλα νερά με υψηλές συγκεντρώσεις ολικών αλάτων και υψηλή εκατοστιαία αναλογία νατρίου.
- Δε χορηγούνται οι κανονικές δόσεις νερού σε κάθε άρδευση.
- Το εύρος άρδευσης είναι αντικανονικό.
- Η υπόγεια στάθμη νερού είναι υψηλή (καλύπτει σχεδόν τη ριζόσφαιρα).
- Δεν υπάρχουν συνθήκες έκπλυσης και καλής στράγγισης.

Σύμφωνα με τα παραπάνω όταν οι αρδεύσεις δεν είναι αρμόζουσες επιτυγχάνονται αντίθετα αποτελέσματα. Οι καλλιέργειες δεν είναι αποδεκτές, τα φυτά καταστρέφονται και τα εδάφη υποβαθμίζονται στα όρια των παθογενών εδαφών.

Ανάλογα με τον τύπο των παθογενών εδαφών, άλλοτε είναι δυνατή η βελτίωσή τους και άλλοτε όχι. Τα παθογενή εδάφη διακρίνονται σε :

- Αλατωμένα
- Αλκαλιωμένα
- Αλατοαλκαλιωμένα
- Αποπλυμένα – σκελετικά

Τα εδάφη τα οποία έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα στο νερό κορεσμού $EC > 2$ Ms/cm θεωρούνται αλατούχα . Πάνω από αυτά τα επίπεδα αλατότητας τα περισσότερα από τα καλλιεργούμενα φυτά αρχίζουν να παρουσιάζουν προβλήματα στην ανάπτυξή τους. Μάλιστα, ορισμένα ευαίσθητα φυτά, παρουσιάζουν προβλήματα σε τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο νερό κορεσμού μεταξύ 1 και 2 mS/cm{5}.

2.6.1 ΑΛΑΤΩΜΕΝΑ

Στα παθογενή εναλατωμένα εδάφη οι συγκεντρώσεις του κορεσμένου με υδατοδιαλυτά άλατα εδαφικού νερού είναι πάντοτε \geq των 4000 $\mu\text{hos/cm}$ στους 25 °C. Η ποιότητα των νερών που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις συνδέεται άμεσα με τις συγκεντρώσεις ολικών αλάτων, τα οποία καθορίζουν την εκάστοτε εξασκούμενη ωσμωτική πίεση του κορεσμένου εδαφικού νερού στα ριζικά κύτταρα.

Τα ριζικά κύτταρα των διαφόρων φυτικών ειδών έχουν διαφορετική αντοχή στην ωσμωτική πίεση, η οποία καθορίζει και την καταλληλότητα του νερού για άρδευση, σε συνδυασμό πάντοτε με τις συνθήκες στράγγισης των εδαφών, την αναγκαία ποσότητα και το εύρος άρδευσης. Η ωσμωτική πίεση των αλάτων που περιέχονται στα νερά αυξάνεται στο χρόνο μεταξύ δύο αρδεύσεων, ανάλογα με το εύρος άρδευσης, την εξατμισοδιαπνοή των διαφόρων καλλιεργειών και τη συμπύκνωση των αλάτων. Όταν η ωσμωτική πίεση των αλάτων των νερών που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις είναι μικρότερη της ωσμωτικής πίεσης των ριζικών κυττάρων, απορροφούνται κανονικά νερό και θρεπτικά στοιχεία από τις καλλιέργειες.

Όταν όμως η αρχική ωσμωτική πίεση των αλάτων του νερού, που χρησιμοποιείτε για αρδεύσεις και του εδαφικού νερού είναι μεγαλύτερη της ωσμωτικής πίεσης των αλάτων του χυμού των ριζικών κυττάρων, τα φυτά δεν απορροφούν νερό και θρεπτικά συστατικά από τα εδάφη.

Τα ριζικά κύτταρα υφίστανται πλασμόλυση, που σημαίνει διάρρηξη κυτταρικής μεμβράνης και καταστροφή των καλλιεργειών. Όταν τα καλλιεργούμενα εδάφη δεν είναι διαπερατά, έχουν υψηλή υπόγεια στάθμη νερού και δεν υπάρχει σύστημα στράγγισης και έκπλυσης αλάτων και όταν οι αρδεύσεις δεν είναι κανονικές ως προς το εύρος άρδευσης και την εκάστοτε χρησιμοποιούμενη ποσότητα, τα εδάφη θα εναλατώνονται με οποιαδήποτε ποσότητα νερού που θα χρησιμοποιείτε για άρδευση. Σημειώνεται ότι οι συμπυκνώσεις αλάτων μεταξύ δύο αρδεύσεων κυμαίνεται ανάλογα από 50 – 100 % των αλάτων των αρχικών νερών που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις όταν δεν εκπλένονται κανονικά{5}.

2.6.2 ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ

Όταν στο μητρικό πέτρωμα των εδαφών η περιεκτικότητα σε ιόντα νατρίου είναι μεγάλη, έναντι των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου και η εκατοστιαία αναλογία νατρίου στα κορεσμένα διαλύματα εδαφικού νερού είναι μεγαλύτερη ή ίση (\geq) του 60 % ή όταν τα εδάφη αρδεύονται με εναλατωμένα νερά που η εκατοστιαία αναλογία νατρίου είναι \geq 60 % του συνόλου των κατιόντων τότε τα κολλοειδή εναλλάσσουν τα προσροφημένα κατιόντα, ασβέστιο, μαγνήσιο, υδρογονοίοντα κ.α., με ιόντα νατρίου.

Όταν η ολική συγκέντρωση των προσροφημένων από τα κολλοειδή των εδαφών ιόντων νατρίου υπερβεί το 15 % του συνόλου των κατιόντων, τα κολλοειδή και τα εδάφη αλκαλιώνονται. Τα αλκαλιωμένα εδάφη διασπείρονται και διογκώνονται σε μεγάλο βαθμό, ανάλογα με το είδος και την ποσότητα των κολλοειδών που περιέχουν. Έχουν ασήμαντη διαπερατότητα, σχεδόν μηδενική, κακή κυκλοφορία νερού και αέρα. Οι καλλιέργειες υποφέρουν από ασφυκτικά φαινόμενα και τελικά ξηραίνονται.

Τα αλκαλιωμένα εδάφη συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού, είναι λασπώδη με σχετικά μεγάλα ιξώδη. Σε ξηρή κατάσταση είναι συνεκτικά και πολύ σκληρά. Υφίστανται συρρίκνωση σε μεγάλο βαθμό, αποκόπτονται τα ριζίδια της ριζόσφαιρας και τα εδάφη είναι πλέον παθογενή, άγονα{5}.

2.6.3 ΑΛΑΤΟΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΑ

Έχουν περίπου ανάλογες ιδιότητες των εναλατωμένων και των αλκαλιωμένων εδαφών, με όλες τις συνέπειες που εμφανίζουν τα παραπάνω. Είναι διπλά, παθογενή εδάφη{5}.

2.7 ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΣΗ ΠΑΘΟΓΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Οι εδαφοβελτιώσεις βασίζονται γενικά{5} :

- Στη βελτίωση των συνθηκών διηθητικότητας και καλής στράγγισης.
- Στον υποβιβασμό του φρεατίου ορίζοντα.
- Στην απόπλυση της υπερβολικής ποσότητας διαλυτών αλάτων.
- Στην προσθήκη υδατοδιαλυτών αλάτων για την απαλκαλίωσή τους, οργανικών και ανόργανων, κύρια γύψου.
- Στην προσθήκη οργανικών και ανόργανων αλάτων για τη βελτίωση του pH.
- Στην προσθήκη ανυδρών οξειδίων του σιδήρου και σκουριάς για τη συγκράτηση και απόπλυση των κολλοειδών.
- Στην προσθήκη κοπριάς, χουμικών ενώσεων, λιγνίνης κ.λπ. ανάλογα τον επιδιωκόμενο στόχο.

2.7.1 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΑΛΑΤΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Στα εναλατωμένα εδάφη η ολική συγκέντρωση υδατοδιαλυτών αλάτων είναι μεγαλύτερη των 4000 μmhos/cm στους 25 °C και η εκατοστιαία αναλογία των προσροφημένων στα κολλοειδή κατιόντων νατρίου μικρότερη του 15 % του συνόλου των κατιόντων. Βελτιώνονται με εκπλύσεις και καλή στράγγιση των υδατοδιαλυτών αλάτων{5}.

2.7.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

Οι συγκεντρώσεις υδατοδιαλυτών αλάτων στα εδάφη αυτά είναι μικρότερες των 4000 μmhos/cm στους 25 °C, αλλά η εκατοστιαία αναλογία των προσροφημένων στα κολλοειδή κατιόντων νατρίου είναι μεγαλύτερη του 15 % του συνόλου των προσροφημένων κατιόντων. Βελτιώνονται με προσθήκη ανάλογης ποσότητας γύψου για την ανταλλαγή των προσροφημένων στα κολλοειδή των εδαφών ιόντων νατρίου με ιόντα ασβεστίου. Οι εναλλασσόμενες ποσότητες νατρίου και ασβεστίου

είναι πάντοτε ισοδύναμες. Τα ιόντα νατρίου που αντικαθίστανται με ιόντα ασβεστίου στα κολοειδή απομακρύνονται από τα εδάφη με εκπλύσεις και καλή στράγγιση{5}.

2.7.3 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΑΛΑΤΟΑΛΚΑΛΙΩΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

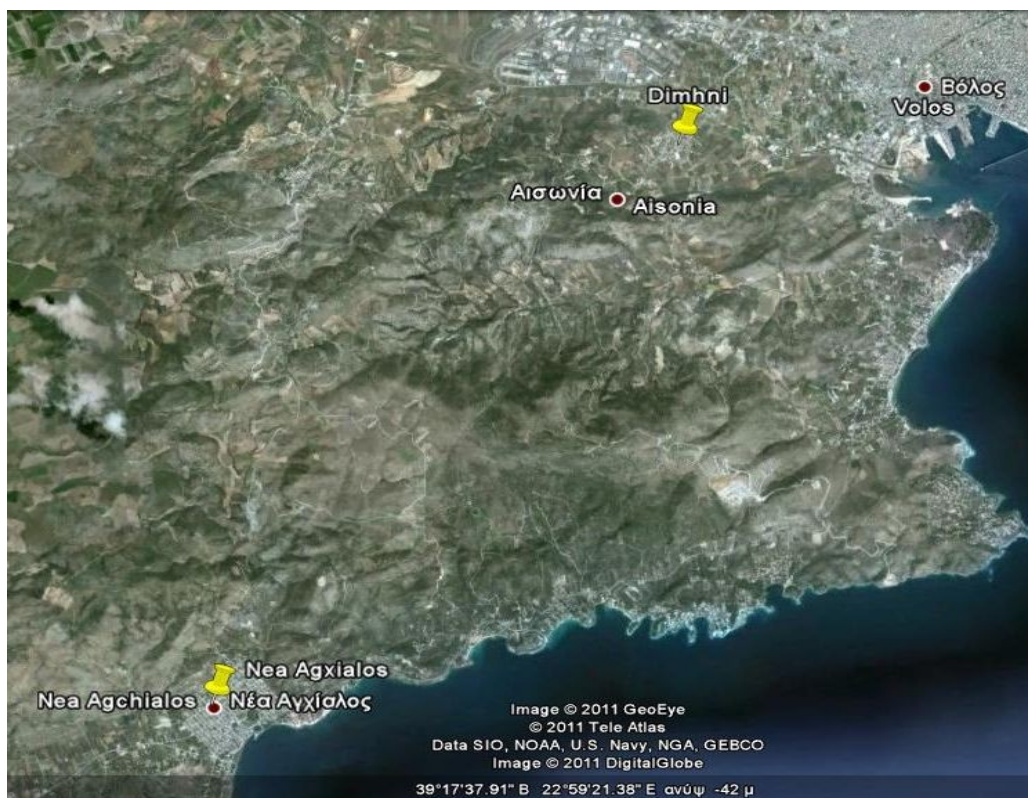
Είναι διπλά παθογόνα εδάφη, έχουν σύνολο υδατοδιαλυτών αλάτων μεγαλύτερο των 4000 $\mu\text{hos/cm}$ στους 25 °C, με εκατοστιαία αναλογία των προσροφημένων στα κολοειδή κατιόντων νατρίου μεγαλύτερη του 15 % του συνόλου των προσροφημένων κατιόντων και pH που κυμαίνεται από 8,5 – 10.

Τα αλκαλιωμένα και τα αλατοαλκαλιωμένα εδάφη, όταν περιέχουν οργανική ύλη και έχουν pH > 9.5, μεταπίπτουν σύμφωνα με τον Hiligar σε μέλανα αλκαλικά εδάφη, που εμφανίζονται σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές, όπου και σχηματίζονται τα πλέον παθογενή εδάφη. Τα παθογενή αυτά εδάφη έχουν βαθύ καστανόμαυρο επιφανειακό ορίζοντα και το σκούρο μαύρο χρώμα επεκτείνεται σε έκταση και βάθος.

Τα αλατοαλκαλιωμένα εδάφη βελτιώνονται αρχικά με εκπλύσεις αλάτων και στη συνέχεια με προσθήκη ανάλογης ποσότητας ένυδρου γύψου για την απαλκαλίωσή τους. Με την προσθήκη γύψου ακολουθεί βραδεία και αδιάκοπη έκπλυση αλάτων, παρακολουθείται συνέχεια η ποιότητα των διηθούμενων νερών έκπλυσης και του εδαφικού νερού των υπό βελτίωση παθογενών εδαφών και ιδιαίτερα οι μεταβολές των συγκεντρώσεων νατρίου και ασβεστίου{5}.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



Χάρτης 3.1 Περιοχές Νέα Αγχιάλος και Διμήνη της πόλης του Βόλου, Ν. Μαγνησίας.
(πηγή Google Earth)

ΔΙΜΗΝΙ

Εδώ έχουμε άρδευση ελιάς Κονσερβολιάς (Αμφίσης, Πηλίου) με υψηλής αγωγιμότητας νερό από δημοτική πομόνα για πολλά χρόνια. Άρδευση με σταγόνες των ≤ 80 lt/h και 5 – 6 φορές μόνο το έτος με 3 ώρες περίπου ανά εφαρμογή.

ΑΓΧΙΑΛΟΣ

Εδώ έχουμε καλής ποιότητας νερό, αλλά σε μερικά δέντρα ελιάς Κονσερβολιάς πέρυσι και φέτος εφαρμόστηκαν 300 γρ. αλάτι ανά δέντρο σε κάθε άρδευση συνολικά στις 8 σταγόνες των 4 λίτρων την ώρα. Άρδευση γίνεται κάθε 15 μέρες για 24 ώρες περίπου. Συνολικά περίπου 7 αρδεύσεις το καλοκαίρι.

Γεωγραφικά στοιχεία και κλίμα

Το ανάγλυφο του νομού Μαγνησίας διαμορφώνεται βασικά από τους ορεινούς όγκους Μαυροβουνίου- Πηλίου και του βόρειου τμήματος της Όθρυος, μεταξύ των οποίων σχηματίζονται οι

πεδιάδες του Αλμυρού και του Βόλου-Βελεστίνου, τις οποίες χωρίζει η χαμηλή βουνοσειρά του Χαλκοδονίου. Το Μαυροβούνι, ασβεστολιθικό και κρυσταλλικό όρος με πολλά δάση, ιδίως στο νότιο τμήμα του, καταλαμβάνει το βορειότερο τμήμα του νομού και συνεχίζεται στον νομό Λαρίσης, όπου βρίσκεται και η ψηλότερη κορυφή του (1.054 μ.). Προέκτασή του προς τα νότια αποτελεί το Πήλιο, το βασικό βουνό του νομού Μαγνησίας. Η Όθρυς κλείνει τον νομό Μαγνησίας προς τα νότια και τον χωρίζει από τον νομό Φθιώτιδος· η ψηλότερη κορυφή της (Γερακοβούνι, 1.726 μ.) βρίσκεται στα σύνορα ακριβώς των δύο νομών, αρχίζει από το ακρωτήριο Σταυρός, στην είσοδο του Παγασητικού, και προχωρεί στα δυτικά με κορυφές ολοένα ψηλότερες, για να φτάσει στον ψηλότερο όγκο της στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού (Ξεροβούνι, 1.454 μ.: Αραπάς 1.291 μ.). Προς την ακτή του Παγασητικού και απέναντι από το Τρίκερι, υψώνεται απομονωμένο το Χλωμό όρος. Η πεδιάδα του Αλμυρού, που απλώνεται μεταξύ του Χαλκοδονίου και της Όθρυς, είναι η βασική πεδιάδα του νομού Μαγνησίας. Η πεδιάδα Βόλου-Βελεστίνου, χαμηλή περιοχή μεταξύ Χαλκοδονίου και Πηλίου, αποτελεί συνέχεια της μεγάλης πεδιάδας της Λάρισας. Στην περιοχή αυτή βρίσκεται και η αποξηραμένη σήμερα λίμνη Κάρλα ή Βοιβής.

Η ακτή του νομού Μαγνησίας στο Αιγαίο είναι γενικά αλίμενη, καθώς το Μαυροβούνι και το Πήλιο κλείνουν απότομα προς τη θάλασσα, και μόνο σε λίγα σημεία σχηματίζονται χαμηλές παραλιακές ζώνες. Πιο νότια, μετά το ακρωτήριο Σηπιάς, η ακτή κάμπτεται προς τα δυτικά και σχηματίζει την είσοδο του Παγασητικού κόλπου, ο οποίος έχει σχηματιστεί από ευρεία καταβύθιση ύστερα από διαρρήξεις, στις οποίες οφείλονται και οι σεισμοί της περιοχής. Ο Παγασητικός αρχίζει από τα ακρωτήρια Καβούλια (στο Τρίκερι) δεξιά και Σταυρός αριστερά. Ο εσωτερικός διαμελισμός του παρουσιάζει αρκετή ποικιλία: στη δυτική ακτή του σχηματίζονται οι όρμοι Πτελεού, Νιε, Μαλιάπολης, Σούρπης και ο μεγαλύτερος όρμος του Αλμυρού· στον μυχό του σχηματίζεται ο κόλπος του Βόλου· στον ανατολικό του βραχίονα, που σχηματίζεται από το Πήλιο, η ακτή παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία· ανατολικά της εισόδου του βρίσκονται τα νησάκια Παλαιό Τρίκερι, Πυθού, Στρογγύλη κ.ά.

Το υδρογραφικό δίκτυο της Μαγνησίας είναι περιορισμένο. Η Όθρυς διαρρέεται από μικρούς ποταμούς, οι οποίοι αποχετεύουν συγχρόνως και την πεδιάδα του Αλμυρού: Πλατανόρεμα, Κοκάρσιος, Χολόρεμα. Τα νερά του Πηλίου αποχετεύονται κατευθείαν στο Αιγαίο.

Το κλίμα της Μαγνησίας παρουσιάζει αρκετές διαφοροποιήσεις στις διάφορες περιοχές της, γενικά όμως είναι εύκρατο, επειδή η περιοχή δέχεται την ευεργετική επίδραση της θάλασσας. Ο Βόλος έχει μέση ετήσια θερμοκρασία 16,9°C, με μέση Ιανουαρίου 7,6°C και Ιουλίου 26,6°C. Οι βροχοπτώσεις δεν είναι μεγάλες (500600 χιλιοστά): εξαίρεση αποτελεί το ανατολικό Πήλιο{19}.

Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

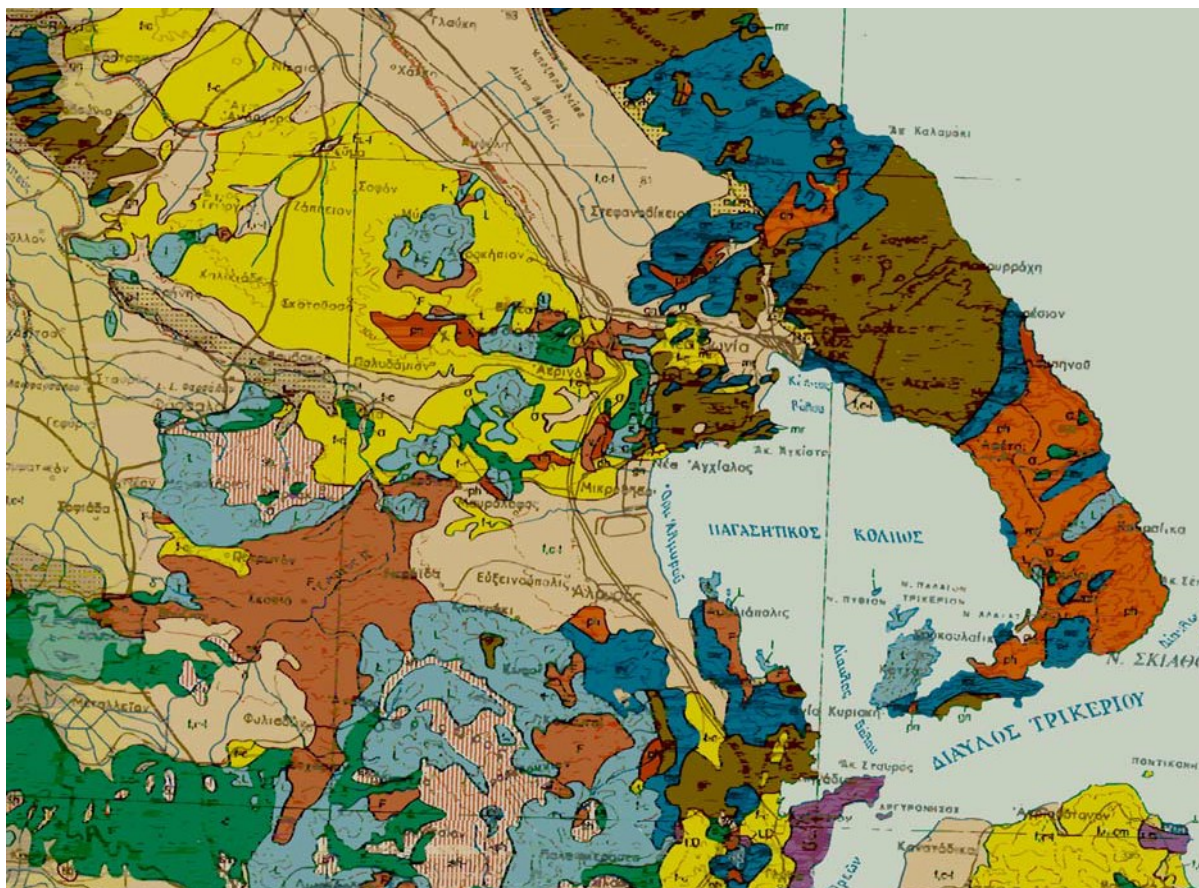
Η ευρύτερη περιοχή της πόλης του Βόλου, τοποθετείται γεωτεκτονικά στην Πελαγονική ζώνη. Οι προαλπικοί και αλπικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου, από τον παλαιότερο προς τον νεότερο (Σχ. 2.1), είναι οι εξής:

- Γνεύσιοι και σχιστόλιθοι ηλικίας Κατώτερου Τριαδικού – Ανώτερου Παλαιοζωικού (Σχ. 3.2, σχηματισμός GN-SCH)
- Μέσο – Άνω Τριαδικού – Άνω Ιουρασικού Μάρμαρα (Σχ. 3.2, σχηματισμός M)
- Κρητιδικοί, τεκτονικά τοποθετημένοι σχιστόλιθοι, σχιστογενέσιοι και γνεύσιοι (Σχ. 3.2, σχηματισμός SCH).

Οι μετααλπικοί σχηματισμοί στην περιοχή της πόλης του Βόλου από τον παλαιότερο προς τον νεότερο έχουν ως εξής :

- Μία ενότητα αμμοαργίλων με χαλίκια, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή, που βρίσκεται ΒΑ της πόλης του Βόλου.
- Σκληρές άργιλοι με τμήματα σχιστολίθου, που βρίσκεται νότια της πόλης.
- Κολούβια και αλλούβια υλικά των σχιστόλιθων.
- Κολουβιακές και αλλουβιακές αποθέσεις ασβεστολιθικής προέλευσης, που βρίσκονται γύρω από την πόλη του Βόλου.
- Αργιλώδης ιλύς, ο σχηματισμός που είναι θεμελιωμένη η πόλη του Βόλου.
- Μικρές συγκεντρώσεις οργανικών αργίλων στο νότιο τμήμα της πόλης.
- Άμμοι και επιφανειακές συγκεντρώσεις θαλάσσιων ιλύων που βρίσκονται παραλιακά στις ακτές της πόλης και οφείλουν την ύπαρξή τους στην δράση των κυμάτων.
- Τεχνητές επιχωματώσεις ανθρωπογενούς προέλευσης.

Το πάχος των εδαφικών αυτών σχηματισμών, (μετασπλικόι σχηματισμοί), έως και του βραχώδους υποβάθρου (προαλπικοί, αλπικοί σχηματισμοί), κυμαίνεται από 30 έως 40m στα Βόρεια, Βόρειο-Ανατολικά και Βόρειο-Δυτικά της πόλης, αυξάνεται προς τα Νότια, 50 έως 70m στο κέντρο της πόλης, ξεπερνώντας τα 100m παραλιακά αυτής{17}.



Σχήμα 3.2 Γεωλογικός-Γεωτεχνικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής του Βόλου (Ι.Γ.Μ.Ε., 1993).

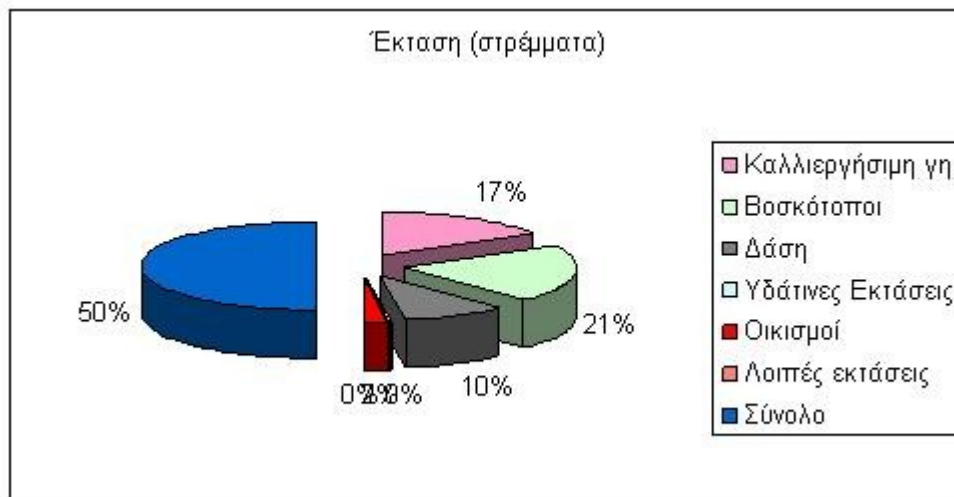
Χρήσεις Γης

Οι χρήσεις γης του νομού Μαγνησίας καθορίζονται από τη μορφολογία του εδάφους, το υπάρχον υδάτινο δυναμικό και την εν γένει ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, η κατανομή της γης σε χρήσεις, απεικονίζεται στον επόμενο πίνακα:

Χρήσεις Γης	Έκταση (στρέμματα)	% ποσοστό
Καλλιεργήσιμη γη	898,8	34,1
Βοσκότοποι	1.093,7	41,5
Δάση	505,5	19,2
Υδάτινες Εκτάσεις	24,1	0,91
Οικισμοί	109,3	4,1
Λοιπές εκτάσεις	5,2	0,2
Σύνολο	2636	100

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία το μεγαλύτερο ποσοστό της έκτασης του νομού καταλαμβάνεται από βοσκότοπους και καλλιεργήσιμη γη. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η ποσοστιαία κατανομή χρήσεων γης στο νομό Μαγνησίας (Αλεξίου, 2003) {16}.

Γράφημα 3.3
Ποσοστιαία κατανομή χρήσεων γης Νομού Μαγνησίας



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

ΔΙΜΗΝΙ

Δειγματοληψία :

4 επαναλήψεις κάτω από την κόμη ελιάς στη σταγόνα επάνω

4 επαναλήψεις κάτω από την κόμη ελιάς μακριά από τη σταγόνα

4 επαναλήψεις μακριά από την κόμη ελιάς, έδαφος όχι αναμόχλευση, όχι άρδευση, μόνο κοπές ζιζανίων

ΑΓΧΙΑΛΟΣ

Δειγματοληψία :

4 επαναλήψεις κάτω από την κόμη ελιάς στη σταγόνα επάνω που εφαρμόζεται αλάτι

4 επαναλήψεις κάτω από την κόμη ελιάς στη σταγόνα επάνω που δεν εφαρμόζεται αλάτι

4.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ

Κάθε δείγμα εδάφους δεν πρέπει να ζυγίζει λιγότερο από 1 Kg. Το εδαφικό δείγμα μεταφέρεται στο εργαστήριο όπου απλώνεται πάνω σε φύλλα από χαρτί και αφήνεται σε χώρο καλά αεριζόμενο για μερικές ημέρες προκειμένου να αποξηρανθεί.

Μετά την αεροξήρανση ακολουθεί ήπια λειοτριβήση (χωρίς να σπάζουν οι πέτρες και τα χαλίκια) σε γουδί από πορσελάνη και κοσκίνισμα με τη βοήθεια κόσκινου με άνοιγμα οπών 2 mm. Το έδαφος που διέρχεται από κόσκινο, χαρακτηρίζεται σαν **λεπτή γη**, συλλέγεται και φυλάσσεται για να υποβληθεί σε χημική ανάλυση.

4.3 ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΚΟΡΕΣΜΟΥ

Εκχύλισμα κορεσμού χαρακτηρίζεται αυτό που παραλαμβάνεται συνήθως με φυγοκέντρηση μετά την προσθήκη νερού στο έδαφος υπό συγκεκριμένες συνθήκες ώστε να σχηματιστεί η πάστα του εδάφους.

Υλικά και όργανα

Αναλυτικός ζυγός

Πλαστικά ποτήρια ζέσεως 250 ml

Σπάτουλες

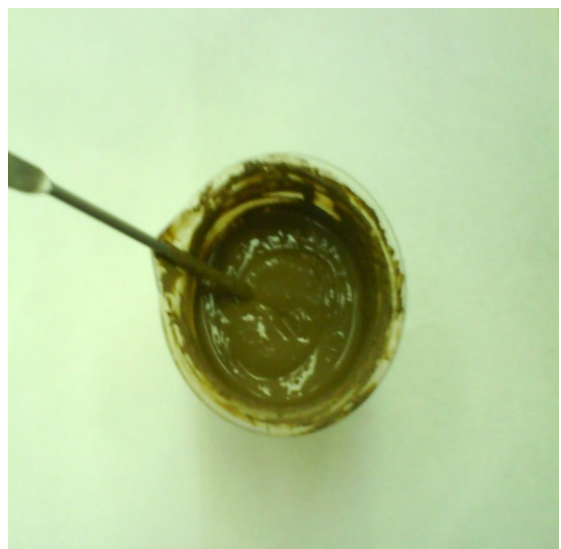
Φυγόκεντρος ή χωνί Buchner και αντλία κενού

Διηθητικό χαρτί

Παρασκευή πάστας κορεσμού

Ζυγίζονται 200 gr εδάφους και μεταφέρονται σε πλαστικό ποτήρι. Προστίθενται σταδιακά μικρές ποσότητες απιονισμένου νερού και αναμιγνύονται με το έδαφος με τη βοήθεια σπάτουλας. Το σημείο κορεσμού έχει επιτευχθεί όταν η πάστα αποκτήσει τα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Η επιφάνεια της πάστας πρέπει να γυαλίζει, χωρίς όμως να εμφανίζει περίσσεια νερού.
- Αν με τη σπάτουλα χαραχθεί ένα αυλάκι στην πάστα, τότε αυτό θα πρέπει να κλείνει σιγά-σιγά με μετακίνηση υγρής μάζας εδάφους.
- Η πάστα πρέπει να γλιστρά ελεύθερα πάνω στη σπάτουλα, όταν αφεθεί να πέσει από αυτή.



Εικόνα 4.2.1 Πάστα κορεσμού

Στη συνέχεια η πάστα αφήνεται σε ηρεμία, κατά προτίμηση, για όλη τη νύχτα ή το λιγότερο για 4 ώρες. Γίνεται επανέλεγχος των χαρακτηριστικών της και αν διαπιστωθεί ότι η ποσότητα του νερού που προστέθηκε υπερβαίνει το νερό κορεσμού, προστίθεται ακόμα μια μικρή προζυγισμένη ποσότητα εδάφους προκειμένου να αποκτήσει η πάστα τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά.

Μετά το πέρας των 4 ωρών μεταφέρονται ποσότητες της πάστας σε πλαστικούς σωλήνες φυγόκεντρο. Έπειτα οι σωλήνες ζυγίζονται και τοποθετούνται στη φυγόκεντρο για 10 λεπτά. Τέλος διηθούμε το εκχύλισμα σε καθαρό δοχείο όπου και φυλάσσεται για τις περαιτέρω αναλύσεις.



Εικόνα 4.2.2 Φυγόκεντροs Hermle Z200A

4.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Με τον όρο **μηχανική ανάλυση** του εδάφους ορίζεται η εργαστηριακή τεχνική με την οποία γίνεται ο προσδιορισμός της κοκκομετρικής σύστασης του, δηλαδή τις επί τοις εκατό περιεκτικότητάς του στα τρία κλάσματα, άμμου, ιλύος και αργίλου. Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε για τον προσδιορισμό της κοκκομετρικής σύστασης των εδαφών είναι η μέθοδος **Βουγούκου**.

Υλικά και όργανα

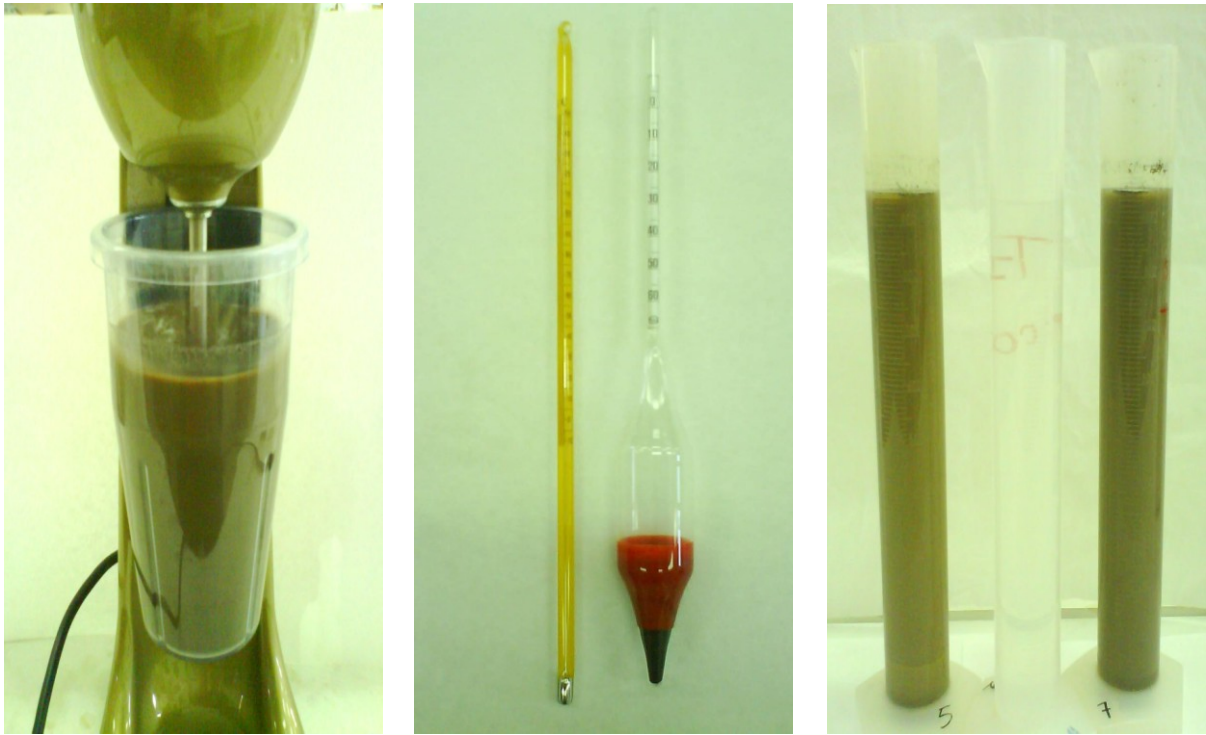
Κύλινδροι μηχανικής ανάλυσης
Αναδευτήρας μηχανικής ανάλυσης
Υδρόμετρο Βουγούκου
Υδραργυρικό θερμόμετρο
Χρονόμετρο
Αναλυτικός ζυγός

Αντιδραστήρια

Διάλυμα εξαμεταφωσφορικού νατρίου 0,1 N : παρασκευάζεται με διάλυση 10 g $(\text{NaPO}_3)_6$ και 2,2 g Na_2CO_3 σε 1 λίτρο διαλύματος.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Αρχικά ζυγίζονται 50 gr εδάφους και μεταφέρονται στο δοχείο του αναδευτήρα. Προστίθενται 250 ml απιονισμένο νερό και 50 ml διαλύματος εξαμεταφωσφορικού νατρίου 0,1 N και το δείγμα ανακινείται για 5 λεπτά όταν προέρχεται από αμμώδες έδαφος και για 10 λεπτά όταν προέρχεται από αργιλώδες. Το σχηματιζόμενο αιώρημα μεταφέρεται ποσοτικά στον κύλινδρο μηχανικής ανάλυσης και πριν συμπληρώσουμε με απιονισμένο νερό μέχρι την ανώτερη χαραγή βυθίζεται το υδρόμετρο μέσα στο αιώρημα. Στη συνέχεια αφαιρείται το υδρόμετρο και ανακινείται το αιώρημα. Στο τέλος της ανακίνησης βυθίζεται το υδρόμετρο και τίθεται το χρονόμετρο σε λειτουργία. Μετά από 40 δευτερόλεπτα σημειώνεται η ένδειξη του υδρομέτρου και ακολουθεί η λήψη της θερμοκρασίας (για το σπάσιμο του αφρού γίνεται χρήση αιθανόλης). Τέλος το αιώρημα αφήνεται σε ηρεμία για 2 ώρες. Με τη συμπλήρωση των 2 ωρών σημειώνεται ξανά η ένδειξη του υδρομέτρου και της θερμοκρασίας. Για την παρασκευή του τυφλού χρησιμοποιούμε τα παραπάνω διαλύματα στις ίδιες ποσότητες χωρίς τη προσθήκη εδάφους και ακολουθούμε τη ίδια διαδικασία.



Εικόνα 4.3

Μηχανικός Αναδευτήρας, Θερμόμετρο και Υδρομέτρο, Κύλινδροι Μηχανικής Ανάλυσης

Υπολογισμοί

Ο υπολογισμός των τριών κλασμάτων γίνεται με τη εφαρμογή των τύπων :

$$(\text{Αργίλος} + \text{Ιλύς}) \text{ σε gr \%} = 2 \times \{X_{40} - X_{2h} + [(\Theta_{40} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) \times 0,3]\}$$

$$(\text{Άμμος}) \text{ σε gr \%} = 100 - (\text{Αργίλος} + \text{Ιλύς})$$

$$(\text{Αργίλος}) \text{ σε gr \%} = 2 \times \{X_{2h} - X_T + [(\Theta_{2h} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) \times 0,3]\}$$

$$(\text{Ιλύς}) \text{ σε gr \%} = 100 - (\text{Άμμος} + \text{Αργίλος})$$

X_{40} : η ένδειξη του υδρομέτρου στα 40 δευτερόλεπτα

Θ_{40} : η ένδειξη της θερμοκρασίας στα 40 δευτερόλεπτα

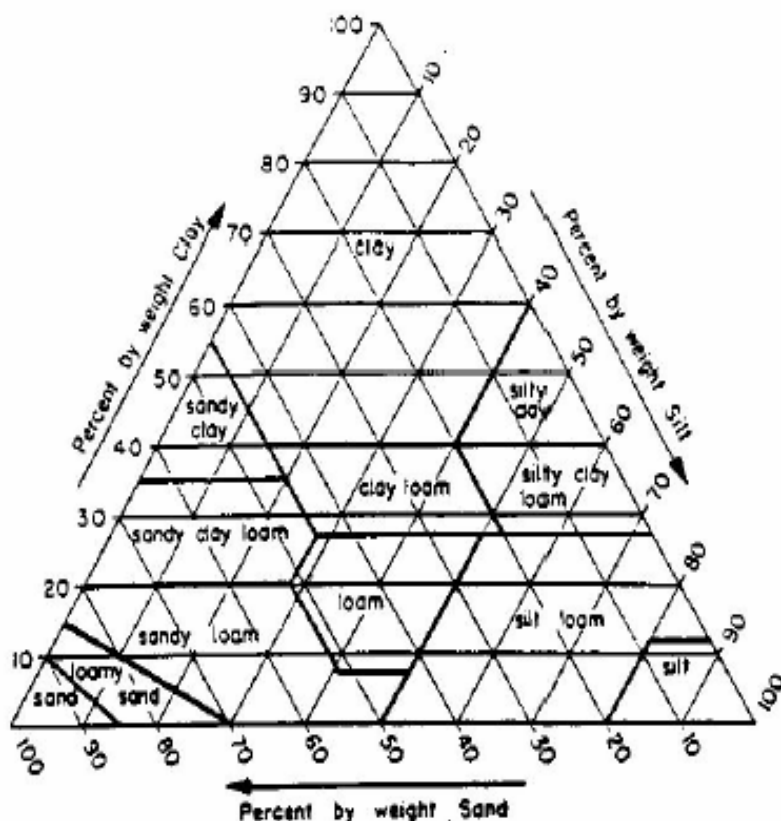
X_{2h} : η ένδειξη του υδρομέτρου στις 2 ώρες

Θ_{2h} : η ένδειξη της θερμοκρασίας στις 2 ώρες

X_T : η ένδειξη του τυφλού

Μετά τον προσδιορισμό του ποσοστού των τριών κλασμάτων ακολουθεί η κατάταξη του εδάφους με τη βοήθεια τριγωνικού διαγράμματος. Αρχικά από τη πλευρά της άμμου φέρνω μια παράλληλη γραμμή προς την πλευρά της ιλύος. Έπειτα από την πλευρά της αργίλου φέρνω μια παράλληλη γραμμή προς την πλευρά της άμμου. Το σημείο τομής των δύο ευθειών μέσα στο τρίγωνο μηχανικής σύστασης ορίζει την κατηγορία του εδάφους.

Εδάφη στη σύσταση των οποίων συμμετέχει η άμμος σε μεγάλο ποσοστό χαρακτηρίζονται ως **ελαφριά**. Καλλιεργούνται εύκολα αλλά η παραγωγικότητά τους είναι μικρή, αφού δε μπορούν να συγκρατούν νερό και θρεπτικά στοιχεία σε ικανοποιητικές ποσότητες. Αερίζονται όμως καλά και θερμαίνονται εύκολα, άρα χαρακτηρίζονται από πρωιμότητα. Εδάφη στη σύσταση των οποίων συμμετέχει η άργιλος σε μεγάλο ποσοστό χαρακτηρίζονται ως **βαριά**. Καλλιεργούνται δύσκολα και διακρίνονται από την ικανότητα να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων και νερού. Η ποσότητα του νερού που συγκρατούν πολλές φορές αποβαίνει σε βάρος του καλού αερισμού και της θέρμανσής τους έτσι ώστε να επιβάλλεται η λήψη μέτρων. Εδάφη στη σύσταση των οποίων συμμετέχουν σχεδόν ισόποσα τα τρία κλάσματα, χαρακτηρίζονται σαν **μέσης σύστασης**. Τα εδάφη αυτά παρουσιάζουν τα μικρότερα προβλήματα και συνδυάζουν τις επιθυμητές ιδιότητες της άργιλου και της άμμου.



Σχήμα 4.3 Τρίγωνο μηχανικής σύστασης για την κατάταξη των εδαφών σε κατηγορίες.

4.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παλαιότερα ο όρος **οργανική ουσία** περιελάμβανε όλα τα φυτικά και ζωικά υπολείμματα που βρίσκονται στο έδαφος, ανεξάρτητα από το βαθμό αποσύνθεσής τους και ο όρος **χούμος** περιοριζόταν στα συστατικά εκείνα που προέρχονται από μετασχηματισμό προϋπαρχόντων συστατικών και την αποσύνθεση νέων και είναι συνήθως εξαιρετικά σταθερά. Σήμερα, επειδή στα περισσότερα γεωργικά εδάφη ο μεγάλος όγκος των οργανικών συστατικών βρίσκεται στο χούμο, οι δύο όροι χρησιμοποιούνται συνώνυμα και σημαίνουν το μετασχηματισμένο, σταθερό οργανικό υλικό, εξαιρουμένων των μη αποσυντεθημένων ζωικών και φυτικών υπολειμμάτων.

Πηγές και σύσταση της οργανικής ουσίας

Τα υπολείμματα των φυτών, ρίζες, φύλλα, βλαστοί, τα υπολείμματα των σιτηρών κ.τ.λ. αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή οργανικής ουσίας στο έδαφος. Οργανική ουσία προστίθεται επίσης στο έδαφος με την ενσωμάτωση της καλλιέργειας στις α;χλωρές λιπάνσεις, με τις κοπριές των ζώων, με τις διάφορες κομπόστες, την τύρφη κ.τ.λ.

Η ποσότητα της προστιθέμενης οργανικής ύλης στο έδαφος εξαρτάται από το βαθμό φυτοκάλυψης, από την κατεργασία του εδάφους, την ποιότητα φυτομάζας που παράγεται και από την περιοχή. Η δασική βλάστηση προσφέρει στο έδαφος μεγαλύτερη ποσότητα οργανικής ύλης απ' ό,τι τα υπολείμματα των διαφόρων καλλιεργειών. Τα φυλλοβόλα δέντρα αποδίδουν περισσότερη οργανική ουσία στο έδαφος από τα κωνοφόρα, τα χορτοδοτικά περισσότερη από τα σιτηρά και αυτά περισσότερη από τα κονδυλώδη.

Τα οργανικά υπολείμματα που προστίθενται στο έδαφος έχουν περιεκτικότητα σε νερό που κυμαίνεται από 20 – 90 % του νωπού τους βάρους και εξαρτάται από το είδος του φυτικού ιστού και την ηλικία του.

Οι οργανικές ενώσεις των φυτικών υπολειμμάτων αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 50 % του νωπού βάρους των και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

α) **Υδατάνθρακες** : αντιπροσωπεύουν ποσοστό μεγαλύτερο του 50 % της συνολικής μάζας της οργανικής ξηρής ουσίας και διακρίνονται σε σάκχαρα, άμυλο, κυτταρίνες και ημικυτταρίνες.

β) **Λιγνίνη** : αντιπροσωπεύει ποσοστό 10 – 40 % της ξηρής οργανικής ουσίας. Είναι βασικό συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων.

γ) **Αζωτούχες ενώσεις** : αντιπροσωπεύουν ποσοστό μικρότερο του 20 % της ξηρής οργανικής ουσίας και διακρίνονται σε πρωτεΐνες, αμινοξέα, νουκλεϊνικά οξέα κ.τ.λ. Επίσης διάφορα λίπη, ρητίνες, κηροί κ.τ.λ. αντιπροσωπεύουν ένα μικρό ποσοστό της τάξεως 1 – 10 % της ξηρής οργανικής ουσίας.

Πορεία μετασχηματισμού της οργανικής ουσίας

Οι νεκροί φυτικοί και ζωικοί ιστοί διασπώνται στο έδαφος σε μοριακά ή ιονικά προϊόντα ή μετασχηματίζονται σε δευτερογενή οργανικά συστατικά του εδάφους μέσω της διαδικασίας της χουμοποίησης. Ο μετασχηματισμός της οργανικής ουσίας περιλαμβάνει δύο φάσεις, την αποσύνθεση και τη χουμοποίηση.

Η Αποσύνθεση της οργανικής ουσίας λαμβάνει χώρα σε τρεις αλληλεπικαλυπτόμενες φάσεις. Με βιοχημικές διεργασίες που περιλαμβάνουν διαδοχικές υδρολύσεις και οξειδώσεις, λίγο πριν και αμέσως μετά το θάνατο των φυτικών ιστών και χωρίς ακόμα να έχει καταστραφεί η δομή των κυττάρων, διασπώνται, το άμυλο σε σάκχαρα, οι πρωτεΐνες σε πεπτίδια και αμινοξέα κ.τ.λ. Με τη δράση κυρίως της μακροπανίδας του εδάφους και ιδιαίτερα με τη βοήθεια των γαιοσκωλήκων επιτυγχάνεται ο κατατεμαχισμός του οργανικού υλικού σε μικρά κομμάτια. Τέλος, με μικροβιακή δράση που εκδηλώνεται από όλους τους ετερότροφους και σαπροφυτικούς μικροοργανισμούς της εδαφικής χλωρίδας και μικροπανίδας ολοκληρώνεται η αποσύνθεση της οργανικής ουσίας.

Η περιεκτικότητα και η σημασία της οργανικής ουσίας στο έδαφος

Η περιεκτικότητα των διαφόρων εδαφών σε οργανική ουσία ποικίλει και εξαρτάται από διάφορες συνθήκες, όπως το κλίμα. Όσο υγρότερο και ψυχρότερο είναι το κλίμα τόσο περισσότερη είναι η οργανική ουσία. Εδάφη που σχηματίστηκαν από λειμώνια βλάστηση είναι πλουσιότερα σε οργανική ουσία από εδάφη που σχηματίστηκαν υπό δασική βλάστηση. Εδάφη που δεν στραγγίζουν καλά είναι πλουσιότερα σε οργανική ουσία από άλλα με καλή στράγγιση. Εδάφη με φυσική βλάστηση είναι πλουσιότερα από εκείνα που καλλιεργούνται. Βαριά αργιλώδη εδάφη είναι πλουσιότερα από ελαφριά αμμώδη. Εδάφη με χαμηλό pH τείνουν να διατηρήσουν την οργανική τους ουσία γιατί περιορίζεται η μικροβιακή τους δραστηριότητα. Τέλος, το επιφανειακό στρώμα του εδάφους είναι πλουσιότερο σε οργανική ουσία από το υποκείμενο.

Τα ελληνικά καλλιεργούμενα εδάφη περιέχουν οργανική ουσία που κυμαίνεται 1 με 2,5 %. Γενικώς, όταν το ποσοστό της οργανικής ουσίας των εδαφών είναι μικρότερο από 1 % χαρακτηρίζεται σαν χαμηλό, μεταξύ του 1 και 2% χαρακτηρίζεται σαν μέτρια χαμηλό, μεταξύ 2 και 4 % χαρακτηρίζεται σαν μέτριο, μεταξύ 4 και 8 % υψηλό και μεταξύ 8 και 16 % πολύ υψηλό.

Η οργανική ουσία επηρεάζει πολλές από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των εδαφών. Με το σκοτεινό της χρώμα κάνει πιο σκούρο το επιφανειακό στρώμα του εδάφους, πράγμα που επιτρέπει τη γρήγορη θέρμανσή του την άνοιξη, με αποτέλεσμα το έδαφος να γίνεται πιο πρῶιμο. Εξαιτίας του ότι έχει μικρότερη πλαστικότητα και συνοχή από την άργιλο, η οργανική ουσία στα αργιλώδη εδάφη, μετριάξει τα χαρακτηριστικά αυτά και σε συνδυασμό με τη συμβολή της στη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων προάγει τον καλύτερο αερισμό και στράγγιση των εδαφών αυτών. Αντίθετα στα αμμώδη εδάφη η οργανική ουσία δημιουργεί τις προϋποθέσεις για τη συγκράτηση περισσότερου νερού, τόσο με τη δική της αυξημένη απορροφητική ικανότητα, όσο και μέσω της βελτίωσης του πορώδους του εδάφους που συνεπάγεται η παρουσία της. Επειδή η οργανική ουσία έχει μεγάλη I.A.K. με την παρουσία της στο έδαφος αυξάνεται η ικανότητά του να συγκρατεί θρεπτικά στοιχεία, ιδιότητα που είναι πολύ χρήσιμη ειδικά για τα αμμώδη εδάφη. Επιπλέον θεωρείται ότι είναι πηγή θρεπτικών στοιχείων. Με τον όξινο χαρακτήρα της συμβάλει στη διαλυτοποίηση από τη στερεή φάση ανόργανων συστατικών, προάγει τη χρησιμοποίηση ορισμένων μικροστοιχείων από τα φυτά και τέλος αποτελεί τη μοναδική πηγή ενέργειας για τους μικροοργανισμούς του εδάφους.

Παρά την αναμφισβήτητη και πολλαπλά επωφελή επίδραση της οργανικής ουσίας στο έδαφος, δεν πρέπει να υπερεκτιμάται ο ρόλος της. Ένα έδαφος με μικρή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, δε σημαίνει ότι είναι ακατάλληλο για γεωργική εκμετάλλευση.

Υλικά και όργανα

Κωνικές φιάλες των 500 ml
Αναλυτικός ζυγός
Μαγνητικός αναδευτήρας
Προχοΐδα των 25 ml
Σιφώνια των 10 ml
Γυάλινος ογκομετρικός κύλινδρος των 20 ml
Πλαστικός ογκομετρικός κύλινδρος των 200 ml
Απαγωγός εστία

Αντιδραστήρια

- i) **Διάλυμα διχρωμικού καλίου $K_2Cr_2O_7$** : παρασκευάζεται με διάλυση 49,04 gr $K_2Cr_2O_7$ ανά λίτρο διαλύματος.
- ii) **Πυκνό θειικό οξύ (98 % H_2SO_4)**
- iii) **Πυκνό φωσφορικό οξύ (85 % H_3PO_4)**
- iv) **Δείκτης διφαινυλαμίνης** : παρασκευάζεται με διάλυση 0,5 gr διφαινυλαμίνης σε 20 ml απιονισμένου νερού και προσθήκη 100 ml πυκνού H_2SO_4 .
- v) **Διάλυμα ένυδρου θειικού σιδήρου $FeSO_4 \times 7H_2O$** : παρασκευάζεται με διάλυση 139 gr αντιδραστήριου σε 800 ml νερού όπου προστίθενται 20 ml πυκνού H_2SO_4 για να αποτραπεί η υδρόλυση του σιδήρου και αραιώνεται τελικά έως όγκο 1 L με απιονισμένο νερό.

Εκτέλεση προσδιορισμού (Μέθοδος Walkley-Black)

Ζυγίζονται 1 gr ή 0,5 gr εδάφους και μεταφέρονται ποσοτικά στην κωνική φιάλη των 500 ml έτσι ώστε να πέσει όλη η ποσότητα στον πυθμένα της φιάλης και όχι στα τοιχώματά της. Προστίθενται με το σιφώνιο 10 ml $K_2Cr_2O_7$ και ακολουθεί ήπια ανάδευση. Έπειτα προστίθενται 20 ml πυκνού H_2SO_4 και νέα ανάδευση για περίπου 1 λεπτό σε απαγωγό εστία, όπου το δείγμα αφήνεται σε ηρεμία για 30 λεπτά. Μετά το τέλος των 30 λεπτών προστίθενται στην κωνική φιάλη κατά σειρά 200 ml απιονισμένο νερό, 10 ml H_3PO_4 και 10 σταγόνες δείκτη διφαινυλαμίνης. Μετά την ομογενοποίησή του, το δείγμα πρέπει να έχει πάρει ένα σκούρο μπλε χρώμα.

Εκτός από το δείγμα παρασκευάζεται και ένα τυφλό διάλυμα, το οποίο περιέχει όλα τα προαναφερόμενα αντιδραστήρια στις ίδιες ποσότητες εκτός από το έδαφος.

Ακολουθεί ογκομέτρηση πρώτα του τυφλού και μετά του δείγματος με διάλυμα $FeSO_4 \times 7H_2O$. Το τέλος της εξουδετέρωσης διαπιστώνεται με την αλλαγή του χρώματος από σκούρο μπλε σε πράσινο – πετρώλ.

Υπολογισμοί

Ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας του εδάφους γίνεται με τη βοήθεια της σχέσης :

$$\text{Οργ. ουσία σε g \% εδάφους} = 10 \times \left(1 - \frac{V_{\Delta}}{V_{\tau}}\right) \times \left(\frac{0,3 \times 1,3 \times 1,724}{B}\right)$$

V_{τ} : τα ml διαλύματος $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του τυφλού

V_{Δ} : τα ml διαλύματος $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του δείγματος

B : τα gr του εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν

0,3 : συντελεστής μετατροπής του 1 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ σε gr άνθρακα %

1,3 : συντελεστής που αναφέρεται στο ποσοστό του άνθρακα της οργανικής ουσίας που οξειδώνεται με τη μέθοδο αυτή.

1,724 : συντελεστής που αναφέρεται στη μετατροπή του ποσοστού του άνθρακα σε ποσοστό οργανικής ουσίας.

4.6 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ pH ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το pH γενικά εκφράζει τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου, που προκύπτουν με την υδρόλυση των υδατοδιαλυτών αλάτων και χημικών ενώσεων οργανικών και ανόργανων στο νερό και σε άλλα διαλυτά υγρά. Η έννοια του pH στα εδάφη έχει μεγάλη και ιδιαίτερη αξία γιατί από την τιμή του εξαρτάται η δυνατότητα της απορρόφησης των θρεπτικών μεγαλοστοιχείων και ιχνοστοιχείων, η ανάπτυξη και η απόδοση των διαφόρων φυτικών καλλιεργειών, όπως και η επωφελής δράση των μικροοργανισμών

Το pH των εδαφών επιδρά σημαντικά στη δραστηριότητα των μικροοργανισμών που ζουν στο έδαφος και έχουν σχέση, με την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας, με τη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου και τη νιτροποίηση του αμμωνιακού αζώτου. Η τιμή του pH ενός εδάφους δίνει πολλές πληροφορίες τόσο για την χημική συμπεριφορά του εδάφους, όσο και για την ιστορία του, επειδή είναι το αποτέλεσμα της επίδρασης του κλίματος, του μητρικού υλικού και του χρόνου στο έδαφος.

Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την τιμή του pH. Αυτοί μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες :

1. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι παράγοντες που έχουν σχέση με τις συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι όπως υγρασία, τα διαλυτά άλατα, το διοξείδιο του άνθρακα, τα χημικά λιπάσματα κ.α.
2. Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι παράγοντες που έχουν σχέση με την εργαστηριακή μεταχείριση του εδάφους και είναι οι παρακάτω :
 - **Η σχέση εδάφους / νερού.** Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του νερού που προστίθεται στο έδαφος τόσο υψηλότερη είναι η τιμή του προσδιοριζόμενου pH. Κάποιες από τις σχέσεις εδάφους / νερού είναι 1:1, 1:2, 1:5.
 - **Επίδραση του αιωρήματος.** Η τιμή του pH της πάστας ή του αιωρήματος είναι μικρότερη από αυτή του εκχυλίσματος που προκύπτει μετά το χωρισμό της στερεάς από την υγρή φάση. Αυτό συμβαίνει γιατί ανάμεσα στα σωματίδια της αργίλου της στερεής φάσης αναπτύσσονται ηλεκτροστατικές ελκτικές δυνάμεις. Αυτό έχει σαν συνέπεια την εκδήλωση συμπληρωματικής διαφοράς δυναμικού.

Για τα περισσότερα γεωργικά εδάφη η τιμή του pH κυμαίνεται από 5 - 8,4 χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και εδάφη με τιμές pH μικρότερες από 5 ή μεγαλύτερες από 8,4. Τα τελευταία είναι ακατάλληλα για τις περισσότερες καλλιεργείες και αποδίδονται προς γεωργική χρήση, αφού πρώτα διορθωθεί το pH τους. Οι περισσότερες καλλιεργείες αναπτύσσονται χωρίς πρόβλημα σε εδάφη με τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ 5,5 - 8,4 ενώ η "ιδανική" περιοχή τιμών εδαφικού pH για

την ανάπτυξη των φυτών είναι μεταξύ 6,5 και 7,2. Γενικά ισχύει ότι το pH των εδαφών έχει υψηλότερη τιμή το χειμώνα απ' ότι το καλοκαίρι.

- Τιμές $pH > 7$ χαρακτηρίζουν **αλκαλικά** εδάφη
- Τιμές $pH = 7$ χαρακτηρίζουν **ουδέτερα** εδάφη
- Τιμές $pH < 7$ χαρακτηρίζουν **όξινα** εδάφη

Υλικά και όργανα

Αναλυτικός ζυγός
Πλαστικά ποτήρια ζέσεως των 100 ml
Σπάτουλες
Ψηφιακό πολύμετρο
Ηλεκτρόδιο pH

Εκτέλεση προσδιορισμού

Ζυγίζονται 30 gr εδάφους και τα μεταφέρονται σε πλαστικό ποτήρι ζέσεως των 100 ml. Προσθέτονται 30 ml απιονισμένο νερό. Αναδεύουμε προσεκτικά με τη σπάτουλα για 10 λεπτά. Έπειτα αφήνεται σε ηρεμία για 10 λεπτά. Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία έως ότου ολοκληρωθεί 1 ώρα. Αφού ολοκληρώσουμε την διαδικασία μετράμε το pH. Η μέτρηση του pH πραγματοποιείται με χρήση ηλεκτροδίου υάλου (ηλεκτρόδιο μέτρησης) και καλομέλανος (ηλεκτρόδιο αναφοράς)



Εικόνα 4.5 Ψηφιακό Πολύμετρο

4.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα εδάφη γενικά, περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό διαφόρων δυσδιάλυτων οξειδίων, μετάλλων και ορυκτών, όπως και ευδιάλυτα υδατοδιαλυτά άλατα, που ανάλογα με την ποιότητα και τη συγκέντρωσή τους, στο κορεσμένο με νερό έδαφος, τα χαρακτηρίζουν αλατούχα ή μη. Η σύνθεση αλάτων θρεπτικών και βοηθητικών στοιχείων του εδαφικού νερού διαφέρει αρκετά σε όλες τις φάσεις του βιολογικού κύκλου ανάπτυξης και καρποφορίας των καλλιεργειών. Μεταβολές στη σύσταση του εδαφικού διαλύματος παρατηρούνται και με τη μεταβολή της θερμοκρασίας και όταν το έδαφος λιπαίνεται με ανόργανα και οργανικά λιπάσματα και εδαφοβελτιωτικά.

Κατά την ξηρή περίοδο τα περιεχόμενα στο έδαφος υδατοδιαλυτά άλατα συμπυκνώνονται, ενώ κατά την υγρή περίοδο αραιώνονται με τις εκπλύσεις που ακολουθούν. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι μέγεθος αντίστροφο της αντίστασης και άρα είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ιόντα. Η τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός διαλύματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Η

μεταβολή της θερμοκρασίας κατά 1°C μεταβάλλει την τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κατά 2 % και γι' αυτό είναι επιβεβλημένη η αναγωγή της στους 25°C .

Τα συνήθη αγωγιμόμετρα είναι μια γέφυρα *Wheatstone* με τη βοήθεια της οποίας μετράται η αντίσταση την οποία προβάλλει στην αγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος ένα διάλυμα μέσω ενός ηλεκτροδίου.

Υλικά και όργανα

Ψηφιακό πολύμετρο
Ηλεκτρόδιο αγωγιμότητας

Εκτέλεση προσδιορισμού

Βυθίζεται το ηλεκτρόδιο αγωγιμότητας στο δοχείο που υπάρχει το εκχύλισμα κορεσμού το οποίο αποκτήθηκε από τη πάστα εδάφους και λαμβάνεται η ένδειξη.

4.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΟΔΙΑΛΥΤΩΝ ΑΛΑΤΩΝ

Για τον προσδιορισμό των υδατοδιαλυτών θα πρέπει από το εκχύλισμα κορεσμού να ληφθούν, με τη βοήθεια ενός σιφωνίου, 10 ml εκχυλίσματος και να μεταφερθούν σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml, όπου αραιώνονται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

Προσδιορισμός αθροίσματος $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

Ο προσδιορισμός του αθροίσματος $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ στο εκχύλισμα κορεσμού γίνεται με τη βοήθεια του EDTA το οποίο έχει την ικανότητα να σχηματίζει ευδιάλυτα σύμπλοκα με τα κατιόντα αυτά, σε ορισμένες τιμές pH. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης ανιχνεύεται με τη βοήθεια του δείκτη Eriochrome Black-T και την αλλαγή του χρώματος του διαλύματος.

Υλικά και όργανα

Σιφώνια των 10 ml
Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml
Κωνικές φιάλες των 250 ml
Προχοίδα των 25 ml
Μαγνητικός αναδευτήρας
Ογκομετρικός κύλινδρος

Αντιδραστήρια

- i) **Διάλυμα EDTA 0,01 N** : παρασκευάζεται με διάλυση 2 gr του μετά νατρίου άλατος του αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού-οξέος και 0,39 gr $\text{MgCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ ανά λίτρο διαλύματος.
- ii) **Ρυθμιστικό διάλυμα χλωριούχου αμμωνίου - υδροξειδίου του αμμωνίου, με pH = 10,2** : παρασκευάζεται με διάλυση 6,75 gr NH_4Cl και 57 ml πυκνής αμμωνίας σε νερό μέχρι τελικό όγκο 100 ml.
- iii) **Δείκτης EB-T**: παρασκευάζεται με διάλυση σε 50 ml μεθυλικής αλκοόλης 0,2 gr Eriochrome Black-T. Το διάλυμα του δείκτη πρέπει να ανανεώνεται κάθε δύο μήνες.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Από το αραιωμένο εκχύλισμα κορεσμού λαμβάνονται με σιφώνιο 10 ml και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθενται 10 ml απιονισμένο νερό, 10 σταγόνες ρυθμιστικού διαλύματος $\text{NH}_4\text{OH} - \text{NH}_4\text{Cl}$ και 5 σταγόνες από το διάλυμα του δείκτη EB-T. Η εμφάνιση ερυθροϊώδους χρώματος σημαίνει την παρουσία ιόντων Ca^{2+} και Mg^{2+} . Στη συνέχεια ακολουθεί ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01 N. Το τέλος της ογκομέτρησης γίνεται αντιληπτό με την αλλαγή του χρώματος από ερυθροϊώδες σε μπλε.



Εικόνα 4.7.1

Υπολογισμοί

Το άθροισμα Ca^{2+} και Mg^{2+} σε mmol / L υπολογίζεται από την σχέση :

$$[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}] \text{ σε mmol / L} = V_{\text{EDTA}} \times N \times \frac{100}{V_{\text{εκχ.}}} \times \frac{1000}{V_{\text{δείγμ.}}}$$

V_{EDTA} : τα ml του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση

$V_{\text{εκχ.}}$: τα ml εκχυλίσματος κορεσμού που αραιώθηκαν στην ογκομετρική φιάλη των 100 ml

$V_{\text{δείγμ.}}$: τα ml του αραιωμένου εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκαν

N : η κανονικότητα του EDTA

Προσδιορισμός του Ca^{2+}

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ιόντων Ca^{2+} στο εκχύλισμα κορεσμού γίνεται ογκομετρικά με EDTA.

Υλικά και όργανα

Σιφώνια των 10 ml

Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml

Κωνικές φιάλες των 250 ml

Προχοϊδα των 25 ml

Μαγνητικός αναδευτήρας

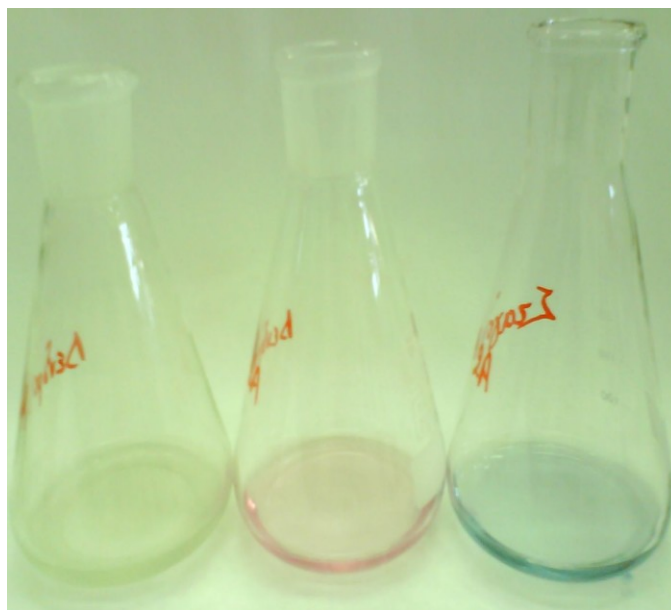
Ογκομετρικός κύλινδρος

Αντιδραστήρια

- i) **Διάλυμα EDTA 0,01 N**
- ii) **Διάλυμα καυστικού νατρίου 10%** : παρασκευάζεται με διάλυση 10 gr NaOH σε 100 ml απιονισμένο νερό
- iii) **Διάλυμα δείκτη Calcon** : παρασκευάζεται με διάλυση 20 mg Calcon σε 50 ml μεθυλικής αλκοόλης. Το διάλυμα του δείκτη πρέπει να ανανεώνεται κάθε εβδομάδα

Εκτέλεση προσδιορισμού

Από το αραιωμένο εκχύλισμα κορεσμού λαμβάνονται με σιφώνιο 10 ml και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθενται 10 ml απιονισμένο νερό, 10 σταγόνες διαλύματος NaOH 10% και 5 σταγόνες από το διάλυμα του δείκτη Calcon. Η εμφάνιση ρόδινου χρώματος σημαίνει την παρουσία ιόντων Ca^{2+} . Στη συνέχεια ακολουθεί ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα EDTA 0,01 N. Το τέλος της ογκομέτρησης γίνεται αντιληπτό με την αλλαγή του χρώματος από ρόδινο σε μπλε.



Εικόνα 4.7.2

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση του υδατοδιαλυτού Ca^{2+} σε mmol / L στο εκχύλισμα κορεσμού υπολογίζεται από τη σχέση :

$$Ca^{2+} \text{ σε mmol / L} = V_{EDTA} \times N \times \frac{100}{V_{εκχ.}} \times \frac{1000}{V_{δειγμ.}}$$

V_{EDTA} : τα ml του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση

$V_{εκχ.}$: τα ml εκχυλίσματος κορεσμού που αραιώθηκαν στην ογκομετρική φιάλη των 100 ml

$V_{δειγμ.}$: τα ml του αραιωμένου εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκαν

N : η κανονικότητα του EDTA

Προσδιορισμός του Mg²⁺

Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης του Na²⁺ σε mmol / L στο εκχύλισμα κορεσμού γίνεται από τη σχέση :

$$\text{Mg}^{2+} \text{ σε mmol / L} = (V_{\text{EDTA } 1} - V_{\text{EDTA } 2}) \times N \times \frac{100}{V_{\text{εκχ.}}} \times \frac{1000}{V_{\text{δειγμ.}}}$$

$V_{\text{EDTA } 1}$: τα ml του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του αθροίσματος (Ca²⁺ + Mg²⁺)

$V_{\text{EDTA } 2}$: τα ml του διαλύματος EDTA που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του Ca²⁺

$V_{\text{εκχ.}}$: τα ml εκχυλίσματος κορεσμού που αραιώθηκαν στην ογκομετρική φιάλη των 100 ml

$V_{\text{δειγμ.}}$: τα ml του αραιωμένου εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκαν

N : η κανονικότητα του EDTA

Προσδιορισμός του Na⁺

Οι συγκεντρώσεις του νατρίου προσδιορίζονται με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

Υλικά και όργανα

Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και 1 L

Σιφώνια του 1, 3, 5, 7 και 10 ml

Φλογοφωτόμετρο

Πλαστικές φιάλες για τη φύλαξη των προτύπων διαλυμάτων

Αντιδραστήρια

i) **Πρότυπο διάλυμα νατρίου συγκέντρωσης 1000ppm (παρέχεται έτοιμο) :**

παρασκευάζεται με διάλυση 2,5422 gr NaCl ανά λίτρο διαλύματος. Το διάλυμα αυτό φυλάσσεται σε φιάλη από πολυαιθυλένιο.

ii) **Διάλυμα νατρίου 100 ppm :** παρασκευάζεται με αραιώση, λαμβάνοντας με το σιφώνιο 10 ml από το πρότυπο διάλυμα των 1000 ppm σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώνοντας με απιονισμένο νερό έως τη χαραγή.

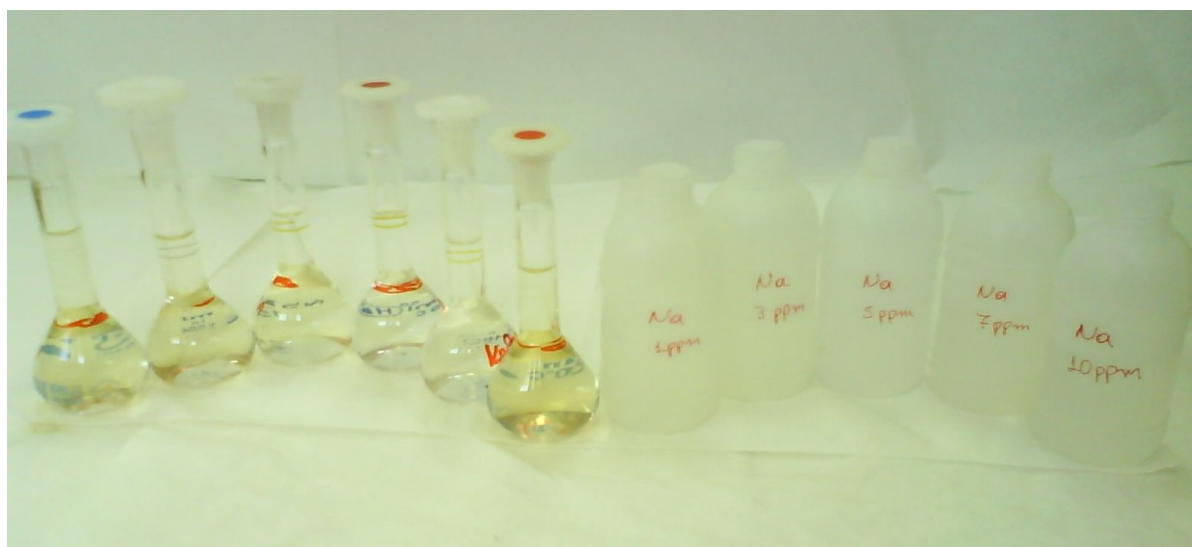
iii) **Διαλύματα 1, 3, 5, 7, 10 ppm :** παρασκευάζονται με αραιώση από το διάλυμα των 100 ppm, λαμβάνοντας με σιφώνιο 1, 3, 5, 7 και 10 ml από το διάλυμα των 100 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Αφού τεθεί σε λειτουργία το φλογοφωτόμετρο μηδενίζεται και στη συνέχεια χαράσσεται η καμπύλη βαθμονόμησης με τη βοήθεια των διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης σε νάτριο. Στη συνέχεια λαμβάνεται μια ποσότητα από το αραιωμένο εκχύλισμα από τη φιάλη των 100 ml, τοποθετείται στο ακροφύσιο στη υποδοχή του οργάνου και αν η συγκέντρωση του νατρίου βρίσκεται στα όρια της κλίμακας του οργάνου λαμβάνεται η ένδειξη. Σε αντίθετη περίπτωση το εκχύλισμα αραιώνεται ακόμα περισσότερο και λαμβάνεται η ένδειξη. Με τη βοήθεια της καμπύλης βαθμονόμησης του οργάνου υπολογίζεται η συγκέντρωση του διαλύματος σε ppm που αντιστοιχεί στην ένδειξη.



Εικόνα 4.7.3 Φλογοφωτόμετρο Sherwood 410



Εικόνα 4.7.4 Πρότυπα Διαλύματα

Προσδιορισμός του K⁺

Οι συγκεντρώσεις του καλίου προσδιορίζονται με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

Υλικά και όργανα

Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και 1 L
Σιφώνια του 1, 3, 5, 7 και 10 ml
Φλογοφωτόμετρο
Πλαστικές φιάλες για τη φύλαξη των προτύπων διαλυμάτων

Αντιδραστήρια

- i) **Πρότυπο διάλυμα καλίου συγκέντρωσης 1000ppm (παρέχεται έτοιμο) :** παρασκευάζεται με διάλυση 1,90688 g KCl ανά λίτρο διαλύματος. Το διάλυμα αυτό φυλάσσεται σε φιάλη από πολυαιθυλένιο.
- ii) **Διάλυμα καλίου 100 ppm :** παρασκευάζεται με αραιώση, λαμβάνοντας με το σιφώνιο 10 ml από το πρότυπο διάλυμα των 1000 ppm σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώνοντας με απιονισμένο νερό έως τη χαραγή.
- iii) **Διαλύματα 1, 3, 5, 7 και 10 ppm :** παρασκευάζονται με αραιώση, λαμβάνοντας με σιφώνιο 1, 3, 5, 7 και 10 ml από το διάλυμα των 100 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Αφού τεθεί σε λειτουργία το φλογοφωτόμετρο μηδενίζεται και στη συνέχεια χαράσσεται η καμπύλη βαθμονόμησης με τη βοήθεια των διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης σε κάλιο. Στη συνέχεια λαμβάνεται μια ποσότητα από το αραιωμένο εκχύλισμα από τη φιάλη των 100 ml, τοποθετείται στο ακροφύσιο στη υποδοχή του οργάνου και αν η συγκέντρωση του καλίου βρίσκεται στα όρια της κλίμακας του οργάνου λαμβάνεται η ένδειξη. Σε αντίθετη περίπτωση το εκχύλισμα αραιώνεται ακόμα περισσότερο και λαμβάνεται η ένδειξη. Με τη βοήθεια της καμπύλης βαθμονόμησης του οργάνου υπολογίζεται η συγκέντρωση του διαλύματος σε ppm που αντιστοιχεί στην ένδειξη.

Προσδιορισμός του Cl⁻

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου στο εκχύλισμα κορεσμού γίνεται ογκομετρικά με τη μέθοδο Mhor.

Υλικά και όργανα

Προχοϊδα των 25 ml
Κωνικές φιάλες των 250 ml
Σιφώνια των 20 ml

Αντιδραστήρια

- i) **Διάλυμα νιτρικού αργύρου 0,01 N :** παρασκευάζεται με διάλυση 1,6988 gr AgNO₃ ανά λίτρο διαλύματος. Το διάλυμα αυτό διατηρείται σε φιάλες σκοτεινού χρώματος η κανονικότητά του ελέγχεται με πρότυπα διαλύματα NaCl ή KCl 0.01 N.
- ii) **Δείκτης χρωμικού καλίου 2% :** παρασκευάζεται με διάλυση 2 gr K₂CrO₄ ανά 100 ml διαλύματος.
- iii) **Διαλύματα H₂SO₄ και Na₂CO₃ 0,01 N**
- iv) **Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης :** παρασκευάζεται με διάλυση 0.25 gr δείκτη ανά 100 ml διαλύματος αιθυλικής αλκοόλης 50%.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Από τη φιάλη των 100 ml, όπου βρίσκεται το αραιωμένο εκχύλισμα, λαμβάνονται με το σιφώνιο 20 ml και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 250 ml. Για τη ρύθμιση του pH του διαλύματος προσθέτω 4-5 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης και αν το δείγμα παραμείνει άχρωμο προστίθενται σταγόνες Na_2CO_3 έως ότου το χρώμα γίνει φουξ. Έπειτα προσθέτω 1 σταγόνα H_2SO_4 για να αποχρωματιστεί και προσθέτω με το σιφώνιο 1 ml K_2CrO_4 και το διάλυμα χρωματίζεται κίτρινο. Στη συνέχεια ογκομετρείται με διάλυμα K_2CrO_4 έως ότου το διάλυμα από κίτρινο γίνει κεραμόχρωμο.



Εικόνα 4.7.5

Υπολογισμοί

Η συγκέντρωση του Cl^- σε mmol / L στο εκχύλισμα κορεσμού υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\text{Cl}^- \text{ σε mmol / L} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N \times 100}{V_{\text{εκχ.}}} \times \frac{1000}{V_{\text{δειγμ.}}}$$

V_{AgNO_3} : τα ml του AgNO_3 που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση της ποσότητας των ιόντων Cl^-

$V_{\text{δειγμ.}}$: τα ml του αραιωμένου εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκαν

$V_{\text{εκχ.}}$: τα ml του εκχυλίσματος κορεσμού που αραιώθηκαν στην ογκομετρική φιάλη των 100 ml

N : η κανονικότητα του διαλύματος AgNO_3

4.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΑΛΛΑΞΙΜΩΝ ΚΑΤΙΟΝΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γύρω από κάθε τεμαχίδιο της αργίλου, εξαιτίας του αρνητικού του φορτίου έλκονται και προσανατολίζονται τα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος σε τέτοια ποσότητα, αρκετή για να το εξουδετερώνουν. Τα κατιόντα αυτά χαρακτηρίζονται σαν ανταλλάξιμα γιατί ανταλλάσσονται από άλλα κατιόντα που βρίσκονται στο εδαφικό διάλυμα, με χημικώς ισοδύναμα ποσά. Το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται σαν **ιονική ανταλλαγή**. Η ικανότητα των εδαφών να συγκρατούν και να ανταλλάσσουν τα κατιόντα χαρακτηρίζεται σαν **ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (I.A.K.)**. Στα κανονικά εδάφη τα ανταλλάξιμα κατιόντα είναι τα Ca^{+2} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ .

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων ή C.E.C. (Cation Exchange Capacity) των εδαφών είναι η σημαντικότερη ίσως φυσικοχημική τους ιδιότητα, γιατί αποτρέπει τις απώλειες θρεπτικών στοιχείων μέσω του νερού στράγγισης. Εξαρτάται από την περιεκτικότητα των εδαφών σε άργιλο, από την ορυκτολογική σύσταση της αργίλου, από την περιεκτικότητά τους σε οργανική ουσία και από το pH τους.

Το μέγεθος της I.A.K. των εδαφών σε συνδυασμό και με την αναλογία των διαφόρων ανταλλάξιμων κατιόντων επιδρά και στη διαμόρφωση των φυσικών τους ιδιοτήτων. Έτσι αν μεταξύ των ανταλλάξιμων κατιόντων επικρατούν τα δισθενή κατιόντα Ca^{+2} και Mg^{2+} , η άργιλος βρίσκεται σε κατάσταση θρόμβωσης πράγμα που συμβάλει, σε συνδυασμό και με την οργανική ουσία, στη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων, άρα και καλής δομής. Το αντίθετο συμβαίνει αν στα ανταλλάξιμα κατιόντα συμμετέχουν, σε μεγάλο ποσοστό, τα μονοσθενή και ιδιαίτερα το νάτριο, εξαιτίας της ικανότητάς του να διασπείρει την άργιλο.

Η τιμή της I.A.K. των εδαφών εξαρτάται από την περιεκτικότητα τους σε άργιλο και οργανική ουσία, από την ορυκτολογική σύσταση της άργιλου και το pH.

Σε εδάφη που έχουν υποστεί περιορισμένη έκπλυση, μεταξύ των ανταλλάξιμων κατιόντων κυριαρχεί το **ασβέστιο** και ακολουθεί το **μαγνήσιο**.

Το Ασβέστιο στα Εδάφη

Η κύρια πηγή ασβεστίου των εδαφών είναι τα ασβεστολιθικά πετρώματα από τα οποία διαλύεται και κινητοποιείται μικρή ποσότητα ασβεστίου με τα όμβρια νερά. Μεγαλύτερες ποσότητες υδατοδιαλυτών αλάτων ασβεστίου περιέχονται στα διηθούμενα και διεισδύοντα υπόγεια υδροφόρα νερά και στα επιφανειακά λιμνών και ποταμών, που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις. Το εδαφικό νερό εμπλουτίζεται στη διάρκεια των αρδεύσεων με ιόντα ασβεστίου, τα οποία θρομβώνουν τα κολλοειδή των εδαφών και καθιστούν τα εδάφη ψαθυρά, μαλακά, με άριστες φυσικοχημικές ιδιότητες.

Το Μαγνήσιο στα Εδάφη

Η αρμονική σχέση μαγνησίου / ασβεστίου ευνοεί την αρμονική και φυσική φυτική ανάπτυξη. Όταν η συγκέντρωση ασβεστίου είναι πολύ μικρή και η συγκέντρωση μαγνησίου μεγάλη, προκαλείται η αλκαλίωση των εδαφικών κολλοειδών, με όλες τις συνέπειες που ακολουθούν (μείωση της δραστηριότητας, κακή κυκλοφορία νερού και αέρα, δυσμενής ιοντικό περιβάλλον, τροφοπενίες καλίου κ.α.). Στα εδάφη, τα ιόντα μαγνησίου όπως και του ασβεστίου, συγκροτούνται από τα κολλοειδή των εδαφών, είτε είναι θρομβωμένα είτε όχι και εναλλάσσονται με τα υδρογονιόντα των ριζικών κυττάρων, στη διάρκεια της ανάπτυξης των αυτοφυών και καλλιεργούμενων φυτικών ειδών.

Το Κάλιο στα Εδάφη

Το **κάλιο** είναι ένα από τα βασικά θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών. Η ολική του περιεκτικότητα στα εδάφη κυμαίνεται μεταξύ 1 – 2 % και απαντάται με τις παρακάτω μορφές :

Ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό κάλιο : μορφές του καλίου που μπορούν να αξιοποιήσουν τα φυτά για την ανάπτυξή τους. Το ανταλλάξιμο είναι προσροφημένο στα κολλοειδή τεμαχίδια του εδάφους, ενώ το υδατοδιαλυτό απαντάται με τη μορφή ιόντων στο εδαφικό διάλυμα.

Μη ανταλλάξιμο κάλιο : αντιπροσωπεύει το 99 % του ολικού καλίου που υπάρχει στο έδαφος. Το κάλιο αυτό χαρακτηρίζεται σαν διασιτιβαδικό, δεν μπορεί να ανταλλαχθεί εύκολα από άλλα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος και βρίσκεται σε ισορροπία με το ανταλλάξιμο. Αποτελεί πηγή καλίου για τις καλλιέργειες μακροπρόθεσμα και γι' αυτό χαρακτηρίζεται και σαν δύσκολα αφομοιώσιμο από τα φυτά.

Το Νάτριο στα Εδάφη

Το **νάτριο** περιέχεται σε μεγάλες ποσότητες στα υφάλμυρα και στα θαλασσινά νερά, κύρια ως χλωριούχο νάτριο. Στα νερά που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις και στο εδαφικό νερό, περιέχονται νιτρικά, θειικά και διαπταναθρακικά υδατοδιαλυτά άλατα του νατρίου.

Τα ιόντα νατρίου του εδαφικού νερού συγκροτούνται από τα κολλοειδή των εδαφών και εναλλάσσονται με άλλα κατιόντα του εδαφικού νερού, ασβέστιο, μαγνήσιο κάλιο κλπ. και με τα υδρογονιόντα των ριζικών κυττάρων, κάτω από καθορισμένες συνθήκες. Το νάτριο ενεργοποιεί τα δυσδιάλυτα φωσφορικά άλατα των εδαφών, ενισχύει την κινητοποίηση και την αξιοποίησή τους από τους αυτότροφους φυτικούς οργανισμούς. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου επιφέρουν διόγκωση και διασπορά των κολλοειδών, το pH αυξάνεται και τα εδάφη αλκαλιώνονται.

Τα Χλωριόντα στα Εδάφη

Οι μεγαλύτερες ποσότητες υδατοδιαλυτών χλωριούχων αλάτων περιέχονται στα θαλάσσια νερά υπό μορφή ιοντικών συγκεντρώσεων και είναι το χλωριούχο νάτριο (NaCl), στο οποίο αποδίδεται η αλμυρή και υφάλμυρη γεύση, το χλωριούχο μαγνήσιο (MgCl_2), το χλωριούχο ασβέστιο (CaCl_2), το χλωριούχο αμμώνιο (NH_4Cl) κ.λπ.

Σε πολύ μικρότερες ποσότητες τα παραπάνω χλωριούχα άλατα περιέχονται στα εδάφη, στα υπόγεια και επιφανειακά γλυκά νερά λιμνών και ποταμών.

Το χλώριο δεν είναι στοιχείο απαραίτητο για τη ανάπτυξη των φυτικών καλλιεργειών, οι οποίες χρησιμοποιούν ασήμαντες ποσότητες. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις χλωριούχων αλάτων στα εδάφη και στα νερά που χρησιμοποιούνται για αρδεύσεις βλάπτουν τις καλλιέργειες και σε πολλές περιπτώσεις τις καταστρέφουν.

Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου Mg^{2+}

Οι συγκεντρώσεις του Mg^{2+} προσδιορίζονται με τη βοήθεια του φασματοφωτόμετρου ατομικής απορρόφησης.



Εικόνα 4.7.6

Φασματοφωτόμετρο Ατομικής Απορρόφησης PerkinElmer Analyst 700

Υλικά και όργανα

Αναλυτικός ζυγός GF – 2000 AND / KERN ABS
Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml
Φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης Perkin Elmer Analyst 700
Ηθμοί Whatman N° 40
Οριζόντιος παλινδρομικός αναδευτήρας Mod G – Shake 501 Linear
Φυγόκεντρος Hermle Z 200 A
Πλαστικά χωνιά

Αντιδραστήρια

- i) **Διάλυμα οξικού αμμωνίου** : παρασκευάζεται με διάλυση 77,08 gr ανά λίτρο διαλύματος.
- ii) **Διαλύματα Mg 0,1 ppm, 0,15 ppm, 0,30 ppm** , : παρασκευάζονται με αραιώση από το πρότυπο διάλυμα μαγνησίου.

Εκτέλεση προσδιορισμού

Αρχικά ζυγίζουμε 5 gr εδάφους και τα μεταφέρουμε σε πλαστικό σωλήνα φυγοκέντρου και προσθέτουμε 33 ml οξικού αμμωνίου. Τοποθετούμε το σωλήνα στον οριζόντιο παλινδρομικό αναδευτήρα στις 160 rpm για 15 λεπτά. Μετά το πέρας του χρόνου παίρνουμε το σωλήνα και τον τοποθετούμε στη φυγόκεντρο στις 5000 rpm για 10 λεπτά.

Στην ογκομετρική φιάλη των 100 ml τοποθετούμε το πλαστικό χωνί με τον ηθμό Whatman N° 40. Έπειτα μεταφέρουμε το εκχύλισμα στην ογκομετρική φιάλη των 100 ml. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία ακόμα 2 φορές προσθέτοντας κάθε φορά 33 ml οξικού αμμωνίου. Τέλος συμπληρώνουμε την ογκομετρική φιάλη με απιονισμένο νερό έως τη χαραγή. Για να μετρήσουμε στο φασματοφωτόμετρο αρχικά ανοίγουμε την λυχνία του στοιχείου που θέλουμε να μετρήσουμε (στην προκειμένη περίπτωση του μαγνησίου) και το αφήνουμε 30 λεπτά για να ζεσταθεί. Έπειτα ανοίγουμε τη φλόγα. Στη συνέχεια φτιάχνουμε την καμπύλη βαθμονόμησης μετρώντας πρώτα το τυφλό και μετά τα πρότυπα διαλύματα. Τέλος μεταφέρουμε μέρος των δειγμάτων στις κυψελίδες του οργάνου και πραγματοποιείτε η μέτρηση. Την ίδια διαδικασία ακολουθούμε για τον προσδιορισμό των Ca, K, Na.

Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου Ca²⁺

Οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου προσδιορίζονται με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

Υλικά και όργανα

Αναλυτικός ζυγός
Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και 1 L
Σιφώνια του 1, 3, 5, 7 και 10 ml
Φλογοφωτόμετρο Sherwood Flame Photometer 410
Πλαστικές φιάλες για τη φύλαξη των προτύπων διαλυμάτων
Ηθμοί Whatman N° 40
Οριζόντιος παλινδρομικός αναδευτήρας
Φυγόκεντρος
Πλαστικά χωνιά

Αντιδραστήρια

- i) **Πρότυπο διάλυμα ασβεστίου συγκέντρωσης 1000ppm (παρέχεται έτοιμο)**
- ii) **Διάλυμα ασβεστίου 100 ppm** : παρασκευάζεται με αραιώση, λαμβάνοντας με το σιφώνιο 10 ml από το πρότυπο διάλυμα των 1000 ppm σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώνοντας με απιονισμένο νερό έως τη χαραγή.
- iii) **Διαλύματα 1, 3, 5, 7 και 10 ppm** : παρασκευάζονται με αραιώση, λαμβάνοντας με σιφώνιο 1, 3, 5, 7 και 10 ml από το διάλυμα των 100 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml.
- iv) **Διάλυμα οξικού αμμωνίου** : παρασκευάζεται με διάλυση 77,08 gr ανά λίτρο διαλύματος.

Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου K⁺

Οι συγκεντρώσεις του καλίου προσδιορίζονται με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

Υλικά και όργανα

Αναλυτικός ζυγός
Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και 1 L
Σιφώνια του 1, 3, 5, 7 και 10 ml
Φλογοφωτόμετρο
Πλαστικές φιάλες για τη φύλαξη των προτύπων διαλυμάτων
Ηθμοί Whatman N° 40
Οριζόντιος παλινδρομικός αναδευτήρας
Φυγόκεντρος
Πλαστικά χωνιά

Αντιδραστήρια

- i) **Πρότυπο διάλυμα καλίου συγκέντρωσης 1000ppm (παρέχεται έτοιμο) :** παρασκευάζεται με διάλυση 1,90688 g KCl ανά λίτρο διαλύματος. Το διάλυμα αυτό φυλάσσεται σε φιάλη από πολυαιθυλένιο.
- ii) **Διάλυμα καλίου 100 ppm :** παρασκευάζεται με αραιώση, λαμβάνοντας με το σιφώνιο 10 ml από το πρότυπο διάλυμα των 1000 ppm σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώνοντας με απιονισμένο νερό έως τη χαραγή.
- iii) **Διαλύματα 1, 3, 5, 7 και 10 ppm :** παρασκευάζονται με αραιώση, λαμβάνοντας με σιφώνιο 1, 3, 5, 7 και 10 ml από το διάλυμα των 100 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml.
- iv) **Διάλυμα οξικού αμμωνίου :** παρασκευάζεται με διάλυση 77,08 gr ανά λίτρο διαλύματος.

Προσδιορισμός του ανταλλάξιμου Na⁺

Οι συγκεντρώσεις του νατρίου προσδιορίζονται με τη βοήθεια του φλογοφωτόμετρου.

Υλικά και όργανα

Αναλυτικός ζυγός
Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml και 1 L
Σιφώνια του 1, 3, 5, 7 και 10 ml
Φλογοφωτόμετρο
Πλαστικές φιάλες για τη φύλαξη των προτύπων διαλυμάτων
Ηθμοί Whatman N° 40
Οριζόντιος παλινδρομικός αναδευτήρας
Φυγόκεντρος
Πλαστικά χωνιά

Αντιδραστήρια

- i) **Πρότυπο διάλυμα νατρίου συγκέντρωσης 1000ppm (παρέχεται έτοιμο) :** παρασκευάζεται με διάλυση 2,5422 gr NaCl ανά λίτρο διαλύματος. Το διάλυμα αυτό φυλάσσεται σε φιάλη από πολυαιθυλένιο.
- ii) **Διάλυμα νατρίου 100 ppm :** παρασκευάζεται με αραιώση, λαμβάνοντας με το σιφώνιο 10 ml από το πρότυπο διάλυμα των 1000 ppm σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και συμπληρώνοντας με απιονισμένο νερό έως τη χαραγή.
- iii) **Διαλύματα 1, 3, 5, 7, 10 ppm :** παρασκευάζονται με αραιώση από το διάλυμα των 100 ppm, λαμβάνοντας με σιφώνιο 1, 3, 5, 7 και 10 ml από το διάλυμα των 100 ppm σε ογκομετρικές φιάλες των 100 ml.
- iv) **Διάλυμα οξικού αμμωνίου :** παρασκευάζεται με διάλυση 77,08 gr ανά λίτρο διαλύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

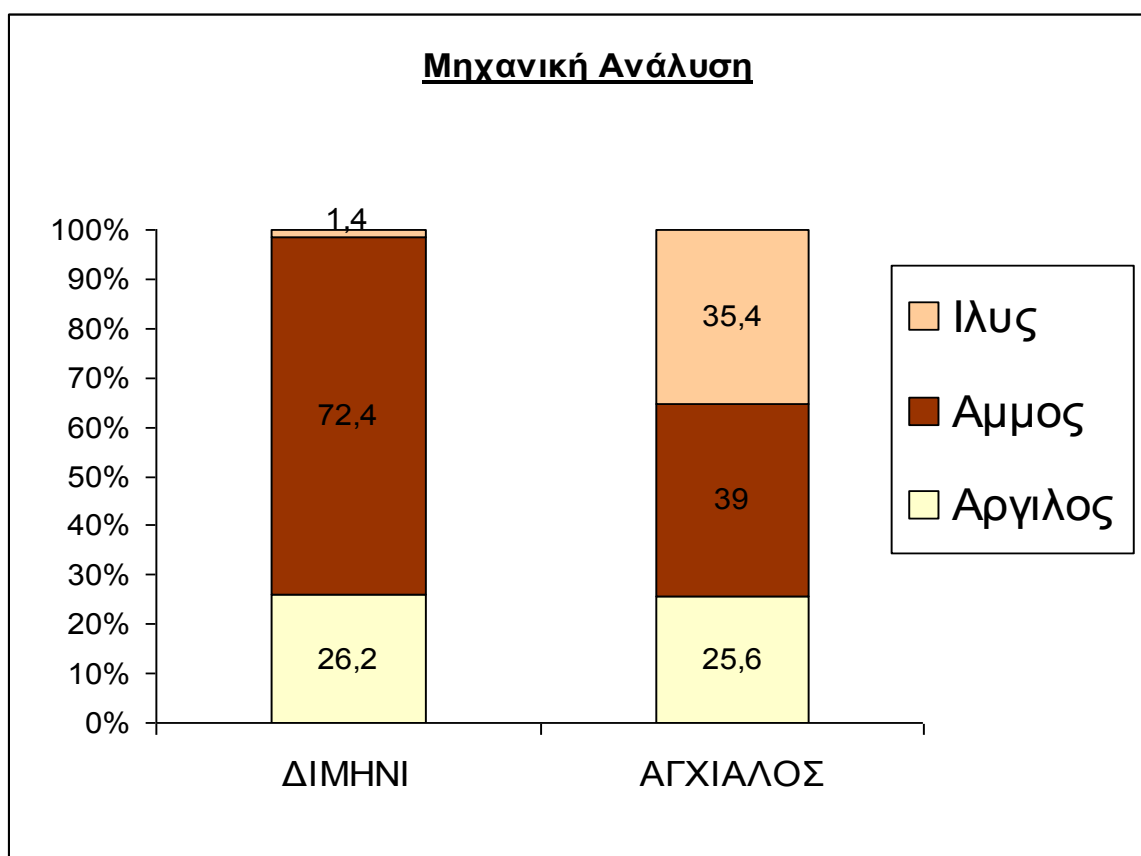
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Μηχανική Ανάλυση

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό της κοκκομετρικής σύστασης στα τρία κλάσματα του εδάφους των δειγμάτων που αναλύθηκαν.

Πίνακας 5.1

<u>ΔΕΙΓΜΑΤΑ</u>	ΑΜΜΟΣ (%)	ΙΛΥΣ (%)	ΑΡΓΙΛΟΣ (%)	<u>ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ</u>
Δ Ι Μ Η Ν Ι	72,4	1,4	26,2	<i>ΑΜΜΟΑΡΓΙΛΟΠΗΛΩΔΕΣ</i>
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	39	35,4	25,6	<i>ΠΗΛΩΔΕΣ</i>



Διάγραμμα 5.1

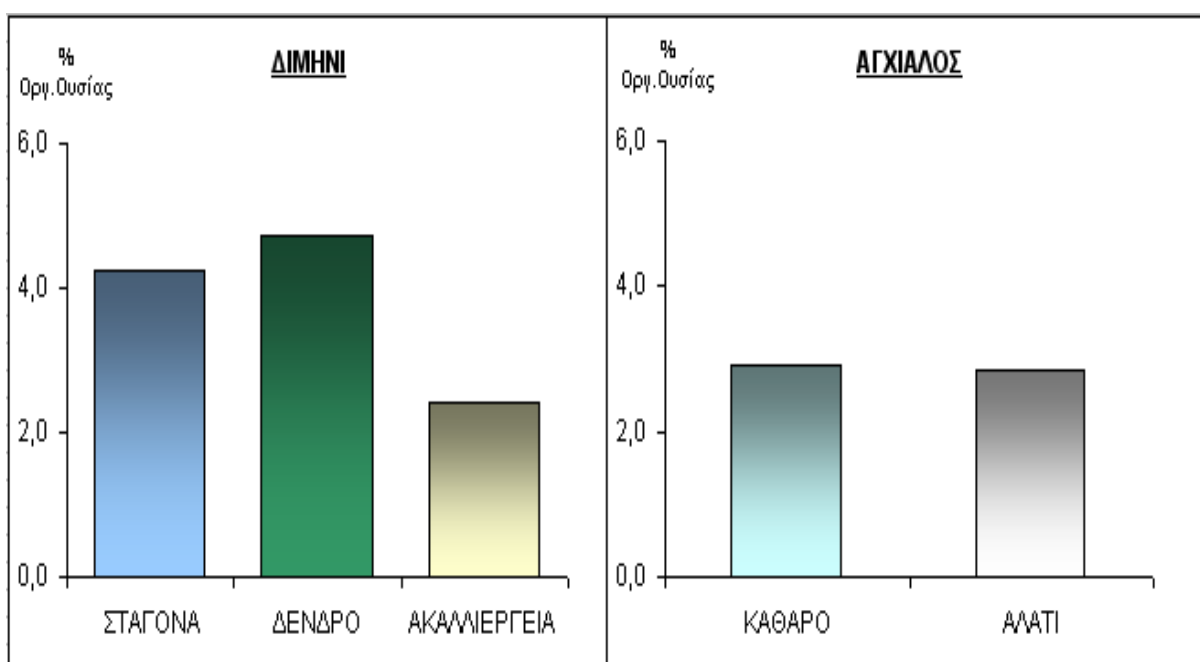
Παρατηρούμε ότι στα δείγματα εδάφους, στην περιοχή του Διμηνίου, συμμετέχει σε μεγαλύτερο ποσοστό το κλάσμα της άμμου. Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται ως **ελαφριά**. Στην περιοχή της Νέας Αγχιάλου, συμμετέχουν σχεδόν ισόποσα τα τρία κλάσματα. Τα εδάφη αυτά χαρακτηρίζονται ως **μέσης σύστασης**.

5.2 Οργανική Ουσία

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό της οργανικής ουσίας.

Πίνακας 5.2

<u>ΔΕΙΓΜΑΤΑ</u>		% Οργανικής Ουσίας	Μ.Ο.
ΔΙΜΗΝΙ	Σταγόνα	4,225	3,785
	Δένδρο	4,715	
	Ακαλλιέργεια	2,415	
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	Αλάτι	2,840	2,882
	Καθαρό	2,925	



Διάγραμμα 5.2

Γενικώς, όταν το ποσοστό της οργανικής ουσίας των εδαφών είναι μικρότερο από 1 % χαρακτηρίζεται σαν χαμηλό, μεταξύ του 1 και 2% χαρακτηρίζεται σαν μέτρια χαμηλό, μεταξύ 2 και 4 % χαρακτηρίζεται σαν μέτριο, μεταξύ 4 και 8 % υψηλό και μεταξύ 8 και 16 % πολύ υψηλό.

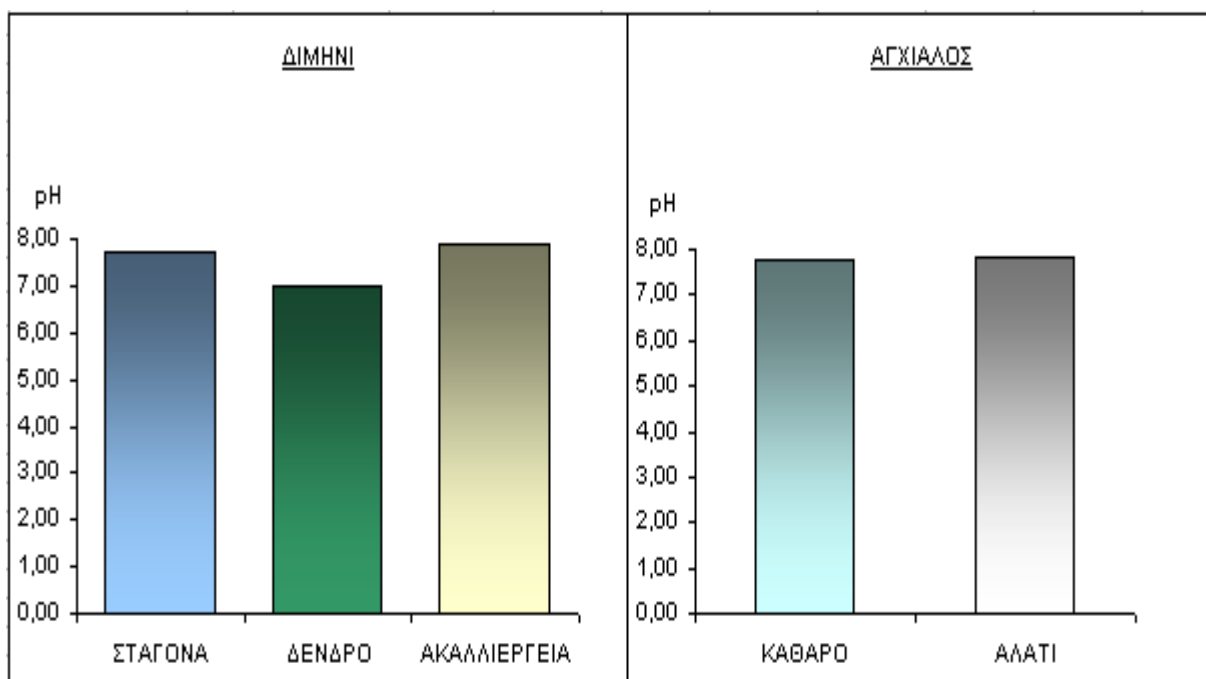
Από το παραπάνω διάγραμμα, καταλήγουμε στο ότι τα εδάφη και στις δύο περιοχές βάση του ποσοστού της οργανικής ουσίας χαρακτηρίζονται ως **μέτρια**, αφού ο μέσος όρος τους δεν ξεπερνάει το 4 %.

5.3 ρΗ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό του ρΗ σε εκχύλισμα 1:1.

Πίνακας 5.3

<u>ΔΕΙΓΜΑΤΑ</u>		ρΗ	Μ.Ο.
ΔΙΜΗΝΙ	Σταγόνα	7,70	7,53
	Δένδρο	7,00	
	Ακαλλιέργεια	7,89	
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	Αλάτι	7,85	7,80
	Καθαρό	7,76	



Διάγραμμα 5.3

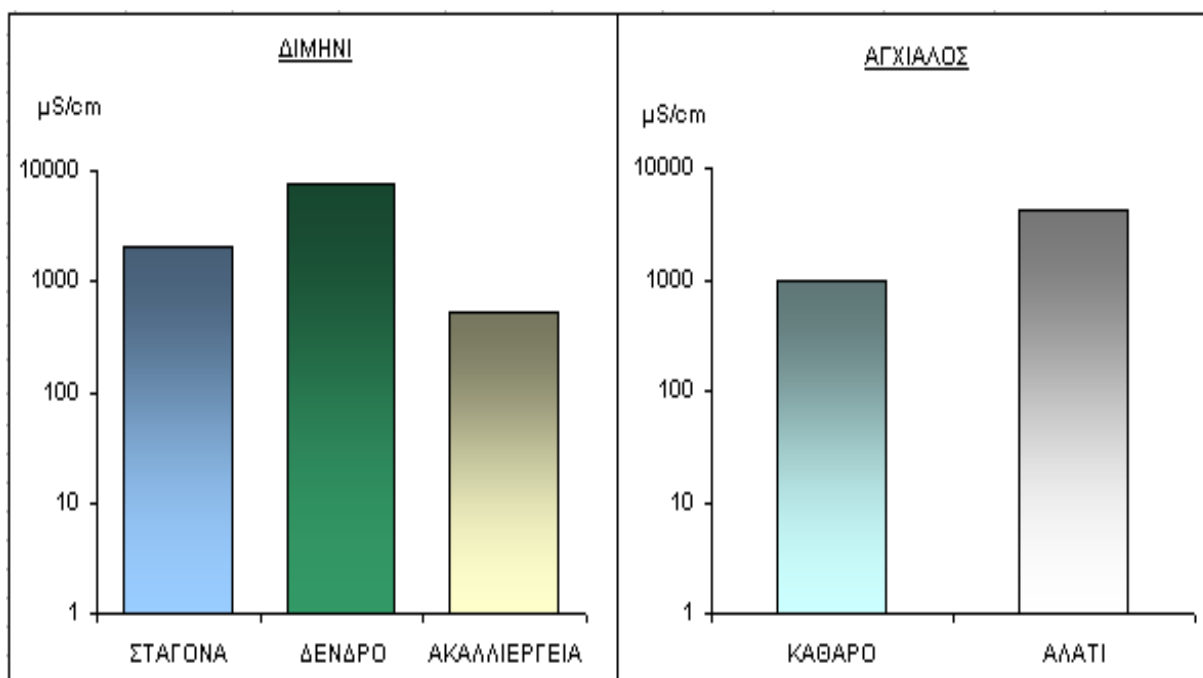
Από το παραπάνω διάγραμμα, παρατηρούμε μικρές διαφορές στις τιμές του ρΗ μεταξύ των δειγμάτων, αλλά και των περιοχών. Τα εδάφη τα οποία μελετήσαμε κυμαίνονται σε τιμές ρΗ μεταξύ 7 - 8 και χαρακτηρίζονται ως **αλκαλικής αντιδράσεως**.

5.4 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των τιμών της ηλεκτρικής αγωγιμότητας από το εκχύλισμα κορεσμού των δειγμάτων που αναλύθηκαν.

Πίνακας 5.4

<u>ΔΕΙΓΜΑΤΑ</u>		Ηλεκτρική Αγωγιμότητα ECe (μS/cm)	Μ.Ο.
ΔΙΜΗΝΙ	Σταγόνα	2034	3325
	Δένδρο	7420	
	Ακαλλιέργεια	522,3	
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	Αλάτι	4183	2577
	Καθαρό	971	



Διάγραμμα 5.4

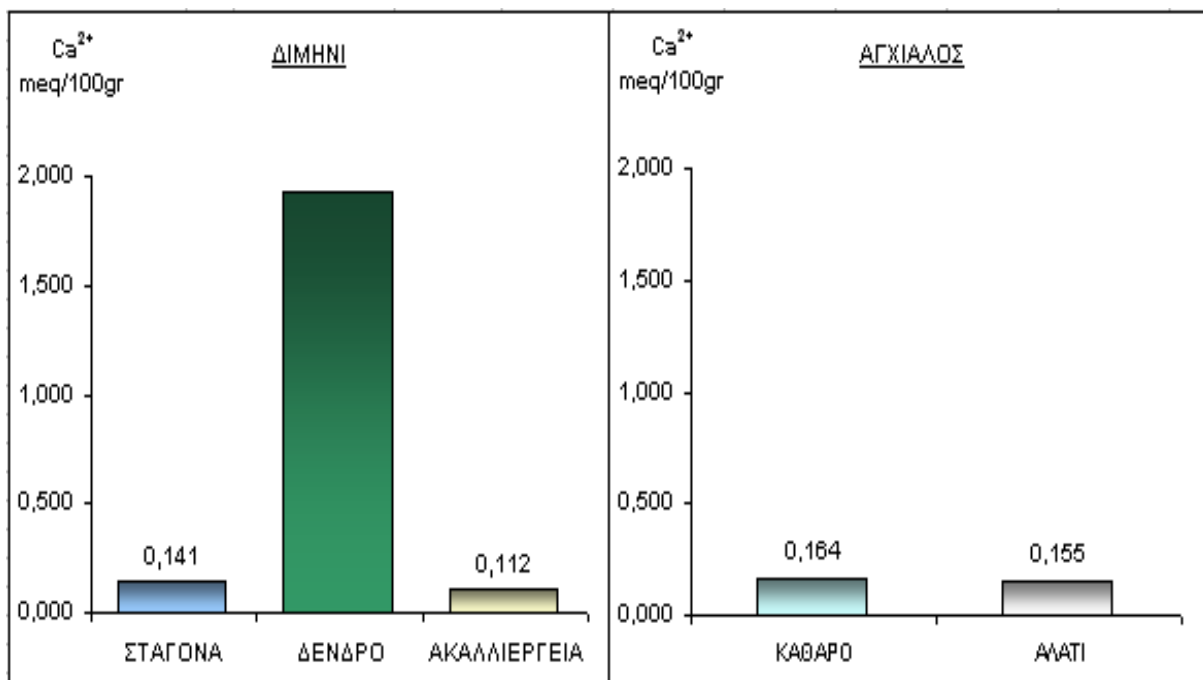
Το Διμήνη παρουσιάζει υψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας λόγω άρδευσης με υψηλής αγωγιμότητας νερό. Στο δείγμα **Δενδρο** εμφανίζεται πολύ υψηλή τιμή ηλ. αγωγιμότητας συγκριτικά με τα άλλα δυο δείγματα. Δεν μπορούμε να αναφέρουμε με σιγουριά τον λόγο. Η άρδευση γίνεται για πολλά χρόνια αν και μόλις 5 – 6 φορές τον χρόνο για 3 ώρες περίπου. Πιθανόν λοιπόν να οφείλεται στην άρδευση ή στον εμπλουτισμό του εδάφους με κάποιο λίπασμα. Στην Αγκιάλο έχουμε άρδευση με καλής ποιότητας νερό. Το δείγμα **ΑΛΑΤΙ** το οποίο έχει παρθεί κάτω από την κόμη, στην σταγόνα επάνω εμφανίζει υψηλή αγωγιμότητα λόγω εφαρμογής αλατιού.

5.5 Υδατοδιαλυτά Άλατα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές των υδατοδιαλυτών αλάτων, σε meq/100gr, που βρίσκονται στα δείγματα εδάφους που αναλύσαμε.

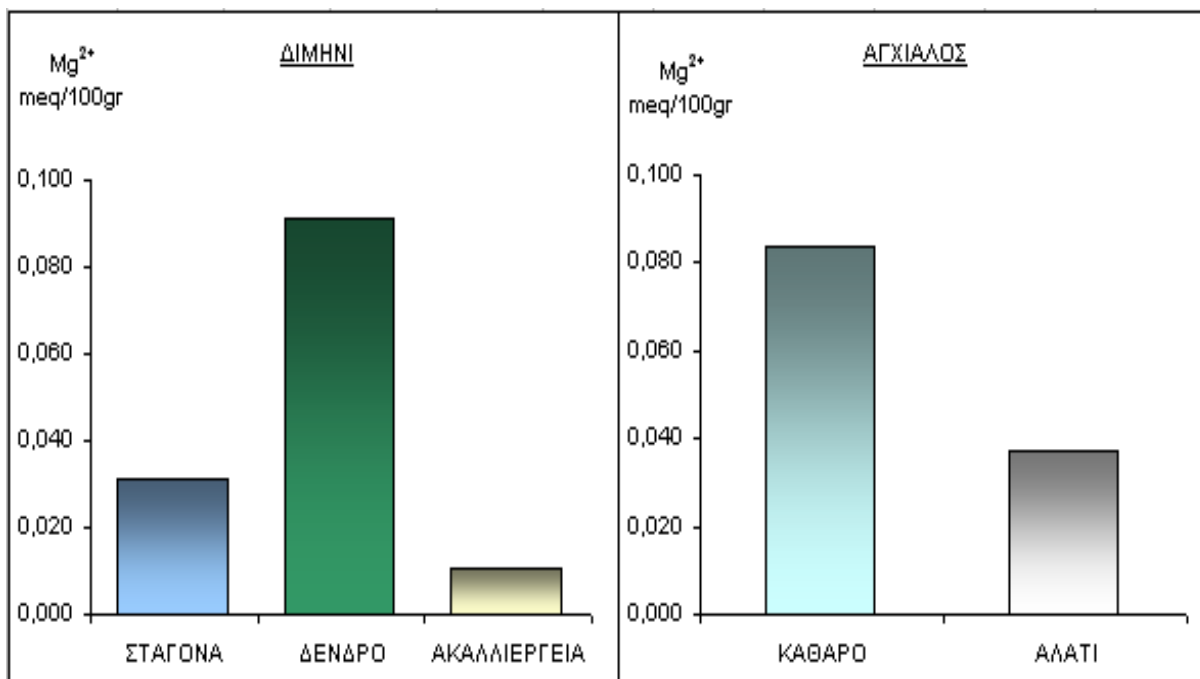
Πίνακας 5.5

	ΔΕΙΓΜΑΤΑ	meq / 100gr									
		Cl ⁻	M.O.	Ca ²⁺	M.O.	Mg ²⁺	M.O.	Na ⁺	M.O.	K ⁺	M.O.
ΔΙΜΗΝΙ	Σταγόνα	0.748	0.378	0.141	0.729	0.031	0.044	685	342	43	132
	Δένδρο	0.319		1.934		0.091		255		315	
	Ακα/γεια	0.066		0.112		0.010		85		38	
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	Αλάτι	1.579	0.832	0.155	0.159	0.037	0.061	1765	911.5	39	45
	Καθαρό	0.085		0.164		0.084		58.5		53	



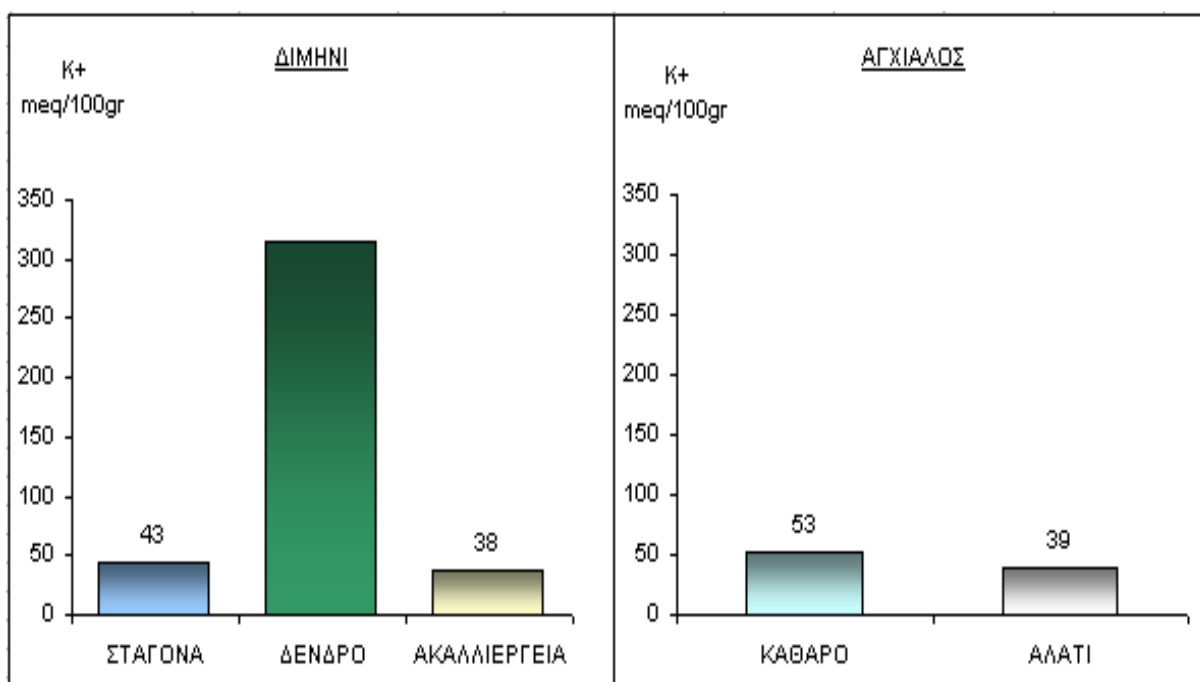
Διάγραμμα 5.5.1 Ιόντα Ασβεστίου

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε για το Διμήνι μια σημαντική διαφορά στην τιμή του υδατοδιαλυτού ασβεστίου στο δείγμα **ΔΕΝΔΡΟ**, σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Για την Αγχιάλο δεν παρατηρούμε κάτι το ιδιαίτερο στις τιμές του υδατοδιαλυτού ασβεστίου στα δείγματα.



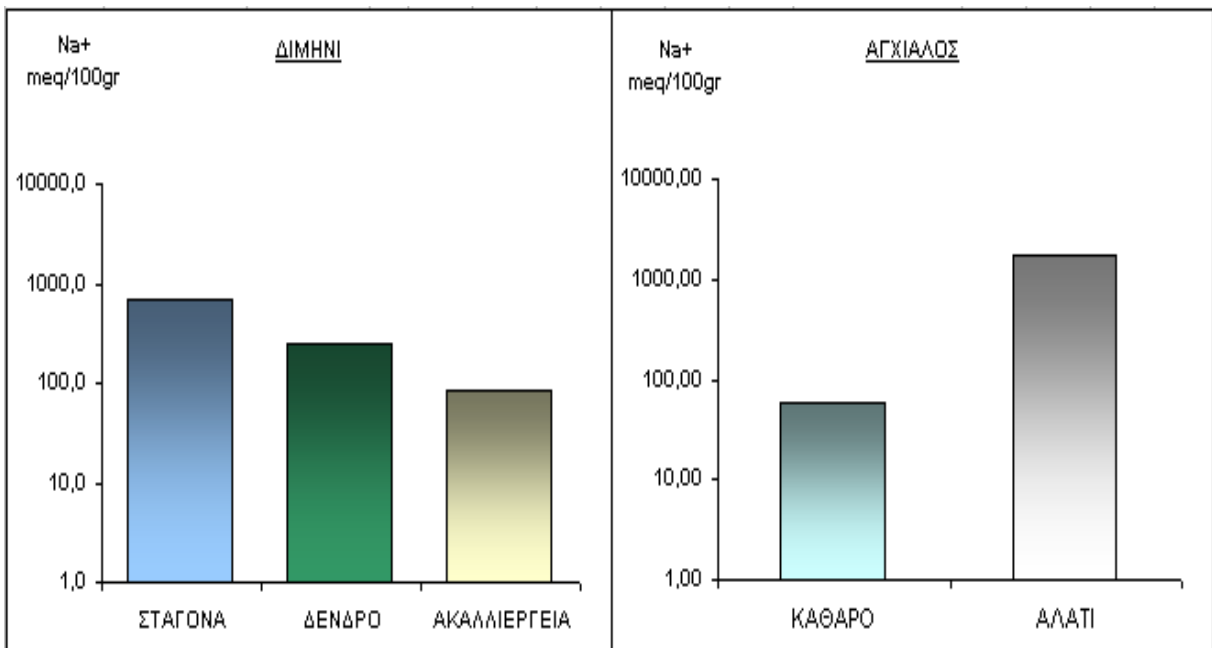
Διάγραμμα 5.5.2 Ιόντα Μαγνησίου

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι στο Διμήνι το δείγμα **ΔΕΝΔΡΟ** έχει υψηλότερη τιμή υδατοδιαλυτού μαγνησίου σε σχέση με τα άλλα δύο. Για την Αγχιάλο η υψηλότερη τιμή υδατοδιαλυτού μαγνησίου είναι στο δείγμα **ΚΑΘΑΡΟ**.



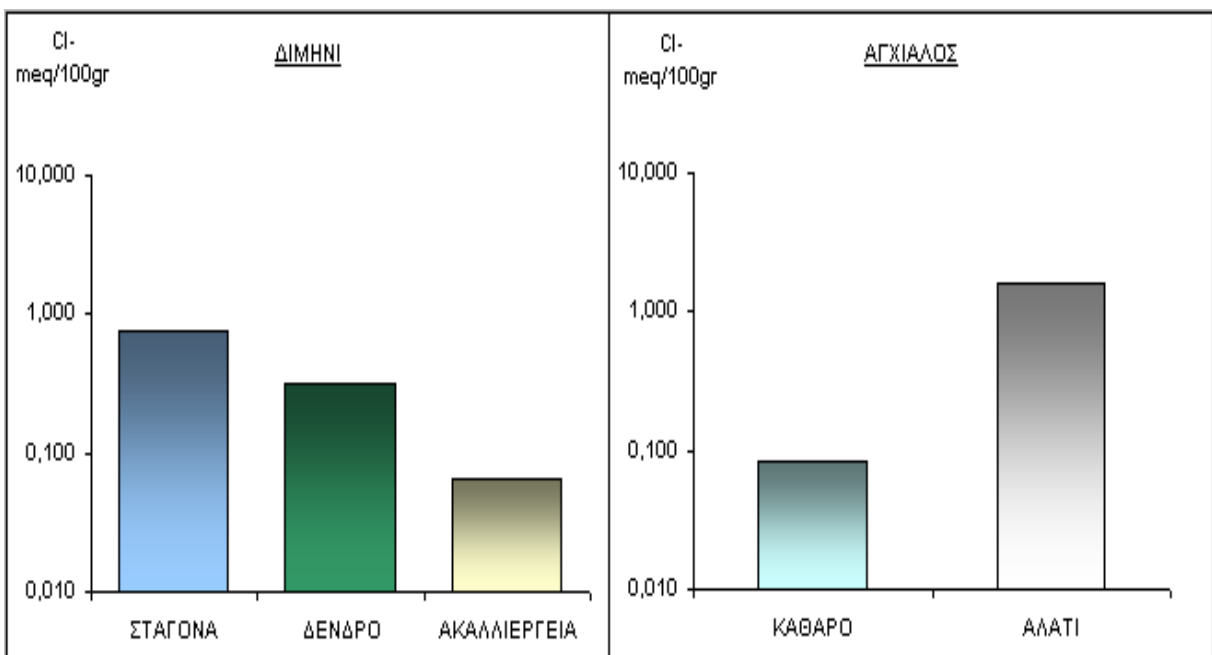
Διάγραμμα 5.5.3 Ιόντα Καλίου

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι στο Διμήνι το δείγμα **ΔΕΝΔΡΟ** έχει υψηλότερη τιμή υδατοδιαλυτού καλίου σε σχέση με τα άλλα δύο. Για την Αγχιάλο το υδατοδιαλυτό κάλιο βρίσκεται σε χαμηλές τιμές.



Διάγραμμα 5.5.4 Ιόντα Νατρίου

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε μια πτωτική τάση των τιμών του υδατοδιαλυτού νατρίου για την περιοχή Διμήνη. Αυτό αιτιολογείται από το γεγονός ότι το πότισμα γίνεται με υψηλής αγωγιμότητας νερό. Για την Αγχιάλο υψηλές τιμές έχουμε μόνο στο δείγμα **ΑΛΑΤΙ**, όπως είναι αναμενόμενο, διότι σε αυτό έχει εφαρμοστεί μια ποσότητα αλατιού.



Διάγραμμα 5.5.5 Ιόντα Χλωρίου

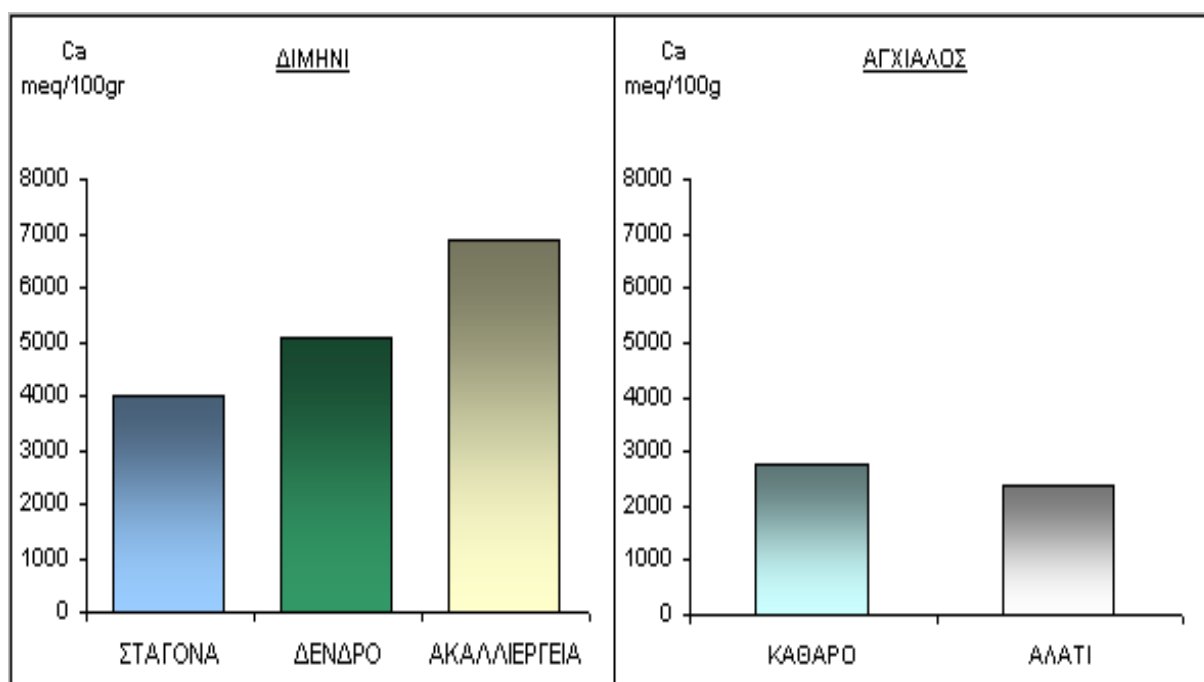
Όπως και στο διάγραμμα του Νατρίου έτσι και εδώ έχουμε το ίδιο μοτίβο. Για το Διμήνη, έχουμε μια τάση μείωσης των ιόντων χλωρίου όσο απομακρυνόμαστε από το σημείο ποτίσματος. Ενώ για την Αγχιάλο υψηλές τιμές έχουμε μόνο στο δείγμα **ΑΛΑΤΙ**.

5.6 Ανταλλάξιμα Κατιόντα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι τιμές των ανταλλάξιμων κατιόντων, σε meq/100gr, που βρίσκονται στα δείγματα εδάφους που αναλύσαμε.

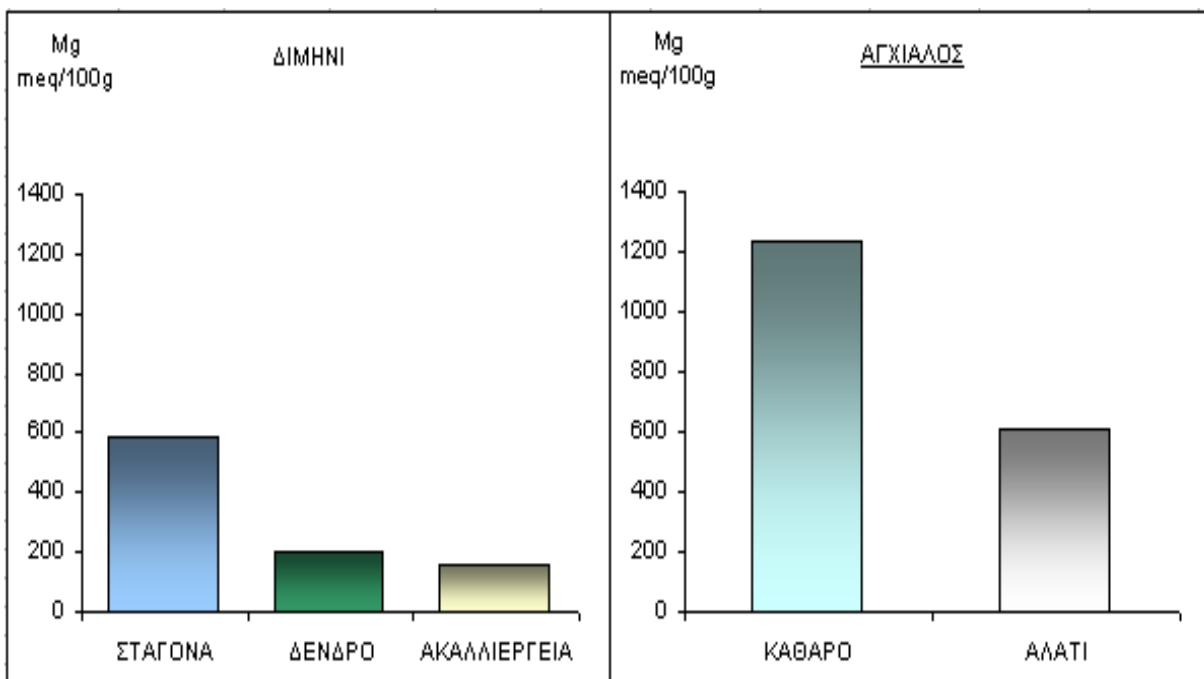
Πίνακας 5.6

ΔΕΙΓΜΑΤΑ		meq / 100gr							
		Ca ²⁺	M.O.	Mg ²⁺	M.O.	Na ⁺	M.O.	K ⁺	M.O.
ΔΙΜΗΝΙ	Σταγόνα	3985	5310	584	315	473	195	354	390
	Δένδρο	5085		206		79		610	
	Ακα/γεια	6860		157		34		206	
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	Αλάτι	2380	2570	1234	923	1815	927	496	510
	Καθαρό	2760		612		39		524	



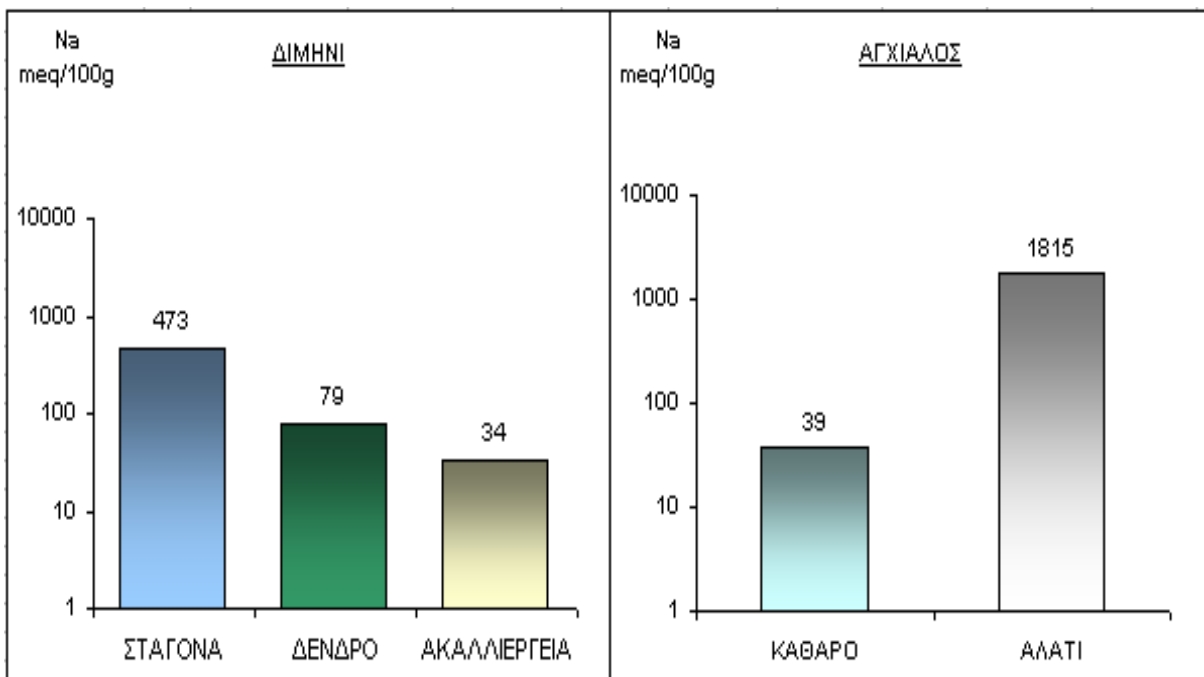
Διάγραμμα 5.6.1

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε στην περιοχή Διμήνη την αυξητική τάση που παρουσιάζει η τιμή του ανταλλάξιμου ασβεστίου. Από αυτό καταλαβαίνουμε ότι στη **σταγόνα** εκπλύνεται, στο **δένδρο** αφομοιώνεται και στην **ακαλλιέργεια** παραμένει.



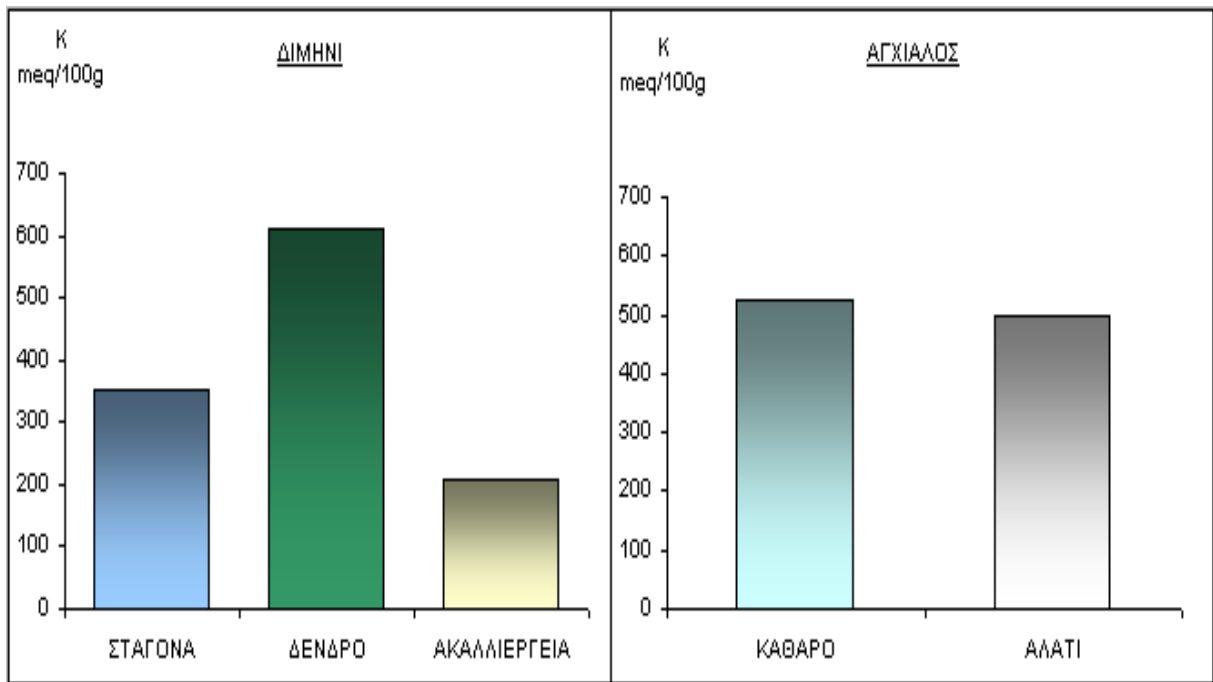
Διάγραμμα 5.6.2

Αντίστροφα από το διάγραμμα του ασβεστίου κινείται το μαγνήσιο όσον αφορά την περιοχή Διμήνη.



Διάγραμμα 5.6.3

Οι υψηλές συγκεντρώσεις νατρίου στη περιοχή Διμήνη δικαιολογούνται λόγω χρήσης νερού άρδευσης με υψηλή αγωγιμότητα. Ιδιαίτερα παρατηρούμε ότι στο δείγμα **ακαλλιέργεια** η τιμή είναι κατά πολύ μικρότερη αφού δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία εργασία που να αφορά καλλιέργεια-άρδευση. Στην Αγχιάλο έχουμε την αναμενόμενα υψηλή τιμή συγκέντρωσης νατρίου λόγω εφαρμογής ποσότητας αλατιού.



Διάγραμμα 5.6.4

Από το διάγραμμα του καλίου παρατηρούμε υψηλές τιμές συγκεντρώσεων και στις δύο περιοχές το οποίο σημαίνει ότι τα εδάφη αυτά έχουν λιπανθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι περισσότερες καλλιέργειες αναπτύσσονται χωρίς πρόβλημα σε εδάφη με τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ 5,5 - 8,4. Τα εδάφη τα οποία μελετήσαμε κυμαίνονται μεταξύ 7 - 8 και χαρακτηρίζονται ως αλκαλικής αντιδράσεως. Εδάφη με pH υψηλότερο του 7,5 αρχίζουν να δημιουργούν προβλήματα στην ανάπτυξη των φυτών εξαιτίας της επιδράσεως που ασκείται στην αφομοιωσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων. Τα ιόντα Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} , K^{+} , είναι υπεύθυνα για την αλκαλικότητα των εδαφών.

Στο Διμήνι έχουμε υψηλές τιμές αγωγιμότητας λόγω άρδευσης με υψηλής αγωγιμότητας νερό. Η διαφορά ανάμεσα στο δείγμα ΣΤΑΓΟΝΑ και ΔΕΝΔΡΟ οφείλεται στην συνεχή ροή νερού με αποτέλεσμα τα άλατα να εκπλένονται και να μεταφέρονται στην περιοχή γύρω από το ΔΕΝΔΡΟ. Στην Αγχιάλο έχουμε άρδευση με καλής ποιότητας νερό. Το δείγμα ΑΛΑΤΙ το οποίο έχει παρθεί κάτω από την κόμη, στην σταγόνα επάνω εμφανίζει υψηλή αγωγιμότητα λόγω εφαρμογής αλατιού.

Το έδαφος στην περιοχή Διμηνίου είναι αμμοαργιλλοπηλώδες. Συμμετέχει σε μεγάλο ποσοστό η άμμος άρα χαρακτηρίζεται ελαφρύ, καλλιεργείται εύκολα αλλά η παραγωγικότητά του είναι μειωμένη. Αερίζεται καλά και θερμαίνεται εύκολα, άρα χαρακτηρίζεται από πρωιμότητα. Το έδαφος στην περιοχή Αγχιάλος είναι πηλώδες. Συμμετέχουν σχεδόν ισόποσα τα τρία κλάσματα. Παρουσιάζει τα μικρότερα προβλήματα και συνδυάζει τις επιθυμητές ιδιότητες της αργίλου και της άμμου. Το έδαφος αυτό χαρακτηρίζεται σαν μέσης σύστασης.

Η οργανική ουσία παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του pH, καθώς είναι γνωστό ότι η υψηλή συγκέντρωση οργανικής ουσίας προκαλεί όξινη του εδάφους. Το ποσοστό της οργανικής ουσίας και στις δύο περιοχές κυμαίνεται μεταξύ 2 - 4 %. Τα ελληνικά καλλιεργούμενα εδάφη περιέχουν οργανική ουσία που κυμαίνεται 1 με 2,5 %.

Στα εδάφη και των δύο περιοχών μελέτης, τα στοιχεία Ca και Mg ως ανταλλάξιμα υπάρχουν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τα υδατοδιαλυτά. Αν επικρατούν τα κατίοντα Ca^{2+} και Mg^{2+} , η άργιλος βρίσκεται σε κατάσταση θρόμβωσης πράγμα που συμβάλει, σε συνδυασμό και με την οργανική ουσία στη δημιουργία σταθερών συσσωματωμάτων, άρα και καλής δομής. Το κάλιο στην περιοχή Διμηνίου εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις κατά κύριο λόγο στο δείγμα ΔΕΝΔΡΟ και ως υδατοδιαλυτό και ως ανταλλάξιμο. Ενώ στα δείγματα ΣΤΑΓΟΝΑ και ΑΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις μόνο ως ανταλλάξιμο. Το κάλιο στην περιοχή Αγχιάλος εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις μόνο ως ανταλλάξιμο. Είναι πιθανό να έχουμε εμπλουτισμό των εδαφών σε κάλιο με λιπάσματα. Το νάτριο και στις δύο περιοχές μελέτης ακολουθεί το ίδιο μοτίβο όσον αφορά ως ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό. Εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις στο Διμήνι λόγω άρδευσης με υψηλής αγωγιμότητας νερό. Ενώ εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις στην Αγχιάλο μόνο εκεί που έχει γίνει εφαρμογή με αλάτι. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου επιφέρουν διόγκωση και διασπορά των κολλοειδών, το pH αυξάνεται και τα εδάφη αλκαλιώνονται. Το χλώριο ακολουθεί το μοτίβο του νατρίου και στις δύο περιοχές. Στο Διμήνι, στα δείγματα ΣΤΑΓΟΝΑ και ΔΕΝΔΡΟ εμφανίζει υψηλότερες συγκεντρώσεις λόγω άρδευσης με υψηλής αγωγιμότητας νερό σε σχέση με το δείγμα ΑΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ που δεν αρδεύεται. Στην Αγχιάλο έχουμε υψηλή συγκέντρωση μόνο στο δείγμα ΑΛΑΤΙ λόγω εφαρμογής αλατιού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- {1} Σινάνης Κ. 2003. Εδαφολογία
- {2} Σινάνης Κ. 2003. Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας
- {3} Μισσοπολινός Ν. 1991. Προβληματικά Εδάφη, Μελέτη-Πρόληψη-Βελτίωση
- {4} Μαλεφάκη Γ. 1999. Ποιότητα Νερού, Μεγαλοστοιχεία & Ιχνοστοιχεία στα Νερά, στα Εδάφη, στα Φυτά, στα Ζώα και στον Άνθρωπο
- {5} Μαλεφάκη Γ. 1998. Ποιότητα Νερού Εδαφοκαλλιεργειών, Εδαφοπονίας, Εδαφοβελτίωσης
- {6} Μαλεφάκη Γ. 1998. Ποιότητα Επιφανειακών και Υπόγειων Νερών

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- {7} <http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/ELFactSheet-04.pdf>
- {8} http://smet.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=60
- {9} http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/Leaflets/B3_Leaflet_GR.pdf
- {10} http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B3_Booklet_Final_GR.pdf
- {11} [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/\\$file/10_2002-lfalmira%20Nera.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/41522B885C55A9C0C2256FAA0023A6E9/$file/10_2002-lfalmira%20Nera.pdf?OpenElement)
- {12} http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_salinity_control
- {13} <http://soco.jrc.ec.europa.eu>
- {14} http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/soil_atlas/
- {15} http://www.unibas.it/desertnet/dis4me/land_uses/salinisation_risk_tool_gr.htm
- {16} <http://www.haravgi.com.cy/site-article-3638-gr.php>
- {17} <http://www.ceam.gr/ftp/2010/trexonta/trexonta-arthra-kef2.pdf>
- {18} <http://volos.eedsa.gr/Contents.aspx?CatId=30>
- {19} <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/database/magnisia/pr36ge.pdf>