

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΛΑΦΩΝ ΤΩΝ
ΤΕΝΑΓΩΝ ΦΙΛΙΠΠΩΝ

ΓΟΥΡΝΙΕΖΑΚΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2004

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδες

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	1
1. Η οργανική ουσία και ο ρόλος της στο έδαφος	2
2. Οργανικά εδάφη στην Ελλάδα	4
3. Τα Τεναγία των Φιλιππων στον ελλαδικό χώρο	5
4. Προέλευση-Γένεση των οργανικών εδαφών	5
5. Ιστορικό αξιοποίησης	9
6. Υφιστάμενα προβλήματα	11
7. Συστατικά και χαρακτηριστικά τύρφης των Τεναγίων των Φιλιππων	13

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Δειγματοληψία στην περιοχή των Τεναγίων των Φιλιππων	16
1.2 Αναλύσεις χαρακτηρισμού	19
1.2.1 Προσδιορισμός pH	19
1.2.2 Προσδιορισμός ελεύθερου CaCO ₃	23
1.2.3 Προσδιορισμός οργανικής ουσίας	29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

37

2.1 Αναλύσεις γονιμότητας	37
2.1.1 Προσδιορισμός αφομοιώσιμου καλίου	37
2.1.2 Προσδιορισμός α)ολικών και β) αφομοιώσιμων ποσοτήτων χαλκού (Cu), σιδήρου (Fe), μαγγανίου (Mn), ψευδαργύρου (Zn).	42

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

56

Αφιερωμένη με αγάπη και
απέραντη εκτίμηση στην
οικογένεια μου και
στον Γιώργο

Μια από τις πιο νόμιμες χαρές
του ανθρώπου είναι, θαρρώ, να
μοχτάει και να βλέπει πως ο
μόχτος του φέρνει καρπό

Ν. Καζαντζάκης

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΣΤΟ

ΕΔΑΦΟΣ

Το έδαφος αποτελεί μια ενεργειακή πηγή, την οποία εκμεταλλεύεται ο άνθρωπος εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η ενέργεια αυτή εκφράζεται με την παραγωγικότητα και γονιμότητα του εδάφους, χαρακτηριστικά στενά συνδεδεμένα, με την παρουσία της οργανικής ουσίας σ' αυτό. Χωρίς την παρουσία της οργανικής ουσίας το έδαφος θα ήταν ένα σχεδόν αδρανές υπόστρωμα, που λίγα πράγματα θα μπορούσε να προσφέρει στα φυτά. Επιπροσθέτως δεν θα εκδηλωνόταν καμία βιολογική δραστηριότητα, από αυτές που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών, όπως η αποσύνθεση των οργανικών υλικών και τη δημιουργία συνθηκών ζωής στο έδαφος.

Η οργανική ουσία είναι συστατικό της στερεάς φάσης του εδάφους και περιλαμβάνει, αποσυντιθέμενα και μη, ζωικά και φυτικά υπολείμματα. Η σύσταση της οργανικής ουσίας εξαρτάται άμεσα από το είδος των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων που καταλήγουν στο έδαφος. Τα φυτικά υπολείμματα ανεξαρτήτου πηγής αποτελούνται από 20-90% νερό, από ανόργανα συστατικά που αποτελούν την τέφρα και συνίστανται από διάφορα θρεπτικά στοιχεία, K, P, N, Ca, Mg, S και μικροθρεπτικά όπως, Fe, Zn, Mn, Cu και B τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και θρέψη των φυτών. Τα οργανικά συστατικά των φυτικών υπολειμμάτων που εισρέουν στο έδαφος είναι η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, η λιγνίνη, οι πρωτεΐνες, τα σάκχαρα και το άμυλο, τα λίπη και οι κηροί. Η προέλευση των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων άλλοτε μπορεί να εξακριβωθεί και άλλοτε όχι. Εκείνα, στα οποία μπορεί να αναγνωριστεί ο οργανισμός από τον οποίο προήλθαν, ανήκουν στην κατηγορία των μη χουμικών ουσιών. Αντίθετα, αυτά που δεν είναι δυνατόν να εξακριβωθεί ο οργανισμός από τον οποίο προήλθαν ανήκουν στην κατηγορία των χουμικών ουσιών και αποτελούν τον χούμο.

Με την παρουσία οργανικής ουσίας στο έδαφος επηρεάζονται

- A) οι φυσικές ιδιότητες (§ 1.1)
- B) οι χημικές ιδιότητες (§ 1.2)
- Γ) οι βιολογικές ιδιότητες του (§ 1.3) και πιο συγκεκριμένα:

A) Φυσικές ιδιότητες

- Βελτιώνει τη δομή στο έδαφος και την διατηρεί σταθερή με αποτέλεσμα την παροχή πολύ καλής στήριξης στα φυτά και την άριστη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.
- Μειώνει την πλαστικότητα και την συνεκτικότητα των αργιλικών εδαφών, αντίθετα αυξάνει την συνεκτικότητα των αμμωδών εδαφών.
- Βελτιώνει το πορώδες του εδάφους συνεπώς, επηρεάζει θετικά τις δυνάμεις συγκράτησης του νερού και τις συνθήκες αερισμού, αποτρέποντας έτσι συνθήκες ασφυξίας ή έλλειψης νερού.
- Μειώνει την δυνατότητα συμπίεσης του εδάφους στην διάβρωση από ανέμους και νερό.
- Αποτρέπει το σχηματισμό επιφανειακής κρούστας στα εδάφη.
- Προσδίδει στα εδάφη σκούρο χρωματισμό που ευνοεί τη μεγαλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Ελαττώνει τις επιφανειακές απορροές από ραγδαίες βροχοπτώσεις (αύξηση διηθημένου νερού).

- Βοηθά στην συγκράτηση θρεπτικών στοιχείων μέσα στα οργανικά μόρια, εφόσον δυσχεραίνεται η διαλυτοποίηση και έκλυσή τους.

Β)Χημικές ιδιότητες

- Επηρεάζει ρυθμιστικά το pH του εδάφους, αυξάνοντας την διαθεσιμότητα των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων, εξαιτίας της παραγωγής διαφόρων οργανικών και ανόργανων οξέων κατά την αποσύνθεση των οργανικών ουσιών.
- Αυξάνει την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (C. E. C.) και παράλληλα την γονιμότητα των εδαφών.
- Περιέχει όλα τα στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των καλλιεργειών, τα διατηρεί με την μορφή οργανικών ενώσεων, αποτρέποντας έτσι την έκπλυσή τους, και τα αποδίδει κατά την διάσπασή της και την διαλυτοποίηση των ορυκτών συστατικών της. Έτσι επιτυγχάνεται όχι μόνον η καλή γονιμότητα αλλά και η διατήρησή της.

Γ)Βιολογικές ιδιότητες

- Δεσμεύει μέσω των οργανισμών, του γένους *Rizobium*, το ατμοσφαιρικό άζωτο αποδίδοντάς το στα φυτά κατά την αποδόμησή της.
- Δημιουργεί τις καταλληλότερες συνθήκες για την δράση των μικροοργανισμών του εδάφους παρέχοντάς τους άφθονο υπόστρωμα τροφής για την ανάπτυξη τους.
- Συντελεί στην ανάπτυξη υγιούς ριζικού συστήματος κυρίως με την δράση των γαιοσκωλήκων και των εντόμων του εδάφους, που ανοίγουν στοές, βελτιώνοντας έτσι το πορώδες.

ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΕΔΑΦΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το χαμηλό ποσοστό της οργανικής ουσίας των ελληνικών εδαφών αποτελεί το σπουδαιότερο πρόβλημα της γεωργίας. Πολλοί είναι οι παράγοντες που έχουν επιδράσει προς την κατεύθυνση αυτή, μεταξύ των οποίων το ξηροθερμικό κλίμα της χώρας μας, η κατεργασία του εδάφους και η εντατική αξιοποίησή του, το ανάγλυφο της χώρας, η καύση των φυτικών υπολειμμάτων κ.λ.π. Όπως είναι γνωστό το ποσοστό της οργανικής ουσίας στα εδάφη μιας περιοχής είναι το αποτέλεσμα της ισορροπίας των κλιματικών συνθηκών και του συντελεστή εκμετάλλευσης των εδαφών της περιοχής. Κατ' εξαίρεση στον Ελληνικό χώρο είναι γνωστοί τρεις τυρφώνες, στους Φιλίππους Καβάλας, στον Άγρα Εδέσσης και στην Κορώνη Πρεβέζης. Οι δύο τελευταίοι τυρφώνες είναι μικρότεροι σε έκταση, έχουν μικρότερο βάθος και περιέχουν λιγότερη τύρφη από τον τυρφώνα των Φιλίππων. Από μελέτες που έγιναν διαπιστώθηκε ότι το βάθος της τύρφης των Τεναγών των Φιλίππων φτάνει μέχρι τα 300 μέτρα. Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι το βάθος των τυρφώνων στον υπόλοιπο κόσμο κυμαίνεται συνήθως από 4-7 μέτρα, τότε αποδεικνύεται ότι ο τυρφώνας των Φιλίππων είναι το βαθύτερο κοίτασμα παγκοσμίως, μια μοναδική πραγματικά περίπτωση. Η μοναδικότητα αυτή επιπλέον έγκειται και στο γεγονός ότι η τύρφη είναι εξαιρετικά καλής ποιότητας λόγω της προέλευσης των νερών που επέδρασαν στο σχηματισμό των οργανικών εδαφών και ταυτόχρονα στο ευνοϊκό κλίμα που επικρατεί στην περιοχή.

Η πεδιάδα των Φιλιππων είναι η πιο γόνιμη περιοχή της Ελλάδας και από τις γονιμότερες της Ν.Α. Ευρώπης. Αν αναλογίσει κανείς όλα όσα ειπώθηκαν παραπάνω συνειδητοποιεί ότι ο τυρφώνας αυτός είναι δώρο της φύσης όχι μόνο για τους ανθρώπους της περιοχής αυτής, αλλά και για το ευρύτερο εθνικό συμφέρον.

ΤΑ ΤΕΝΑΓΗ ΤΩΝ ΦΙΛΙΠΠΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Τα Τενάγη των Φιλιππων βρίσκονται στην Μακεδονία, στο νοτιοανατολικό τμήμα της πεδιάδας της Δράμας, στους πρόποδες των όρων Παγγαίου, Μενοικίου, Φαλακρού και της οροσειράς της Λεκάνης (**χάρτης 1**).

Η συνολική έκταση των Τεναγών είναι περίπου 88.000 στρέμματα, από τα οποία τα 62.000 στρέμματα ανήκουν διοικητικά στο νομό Καβάλας, τα 20.000 στρέμματα στο νομό Δράμας και τα 6.000 στρέμματα στο νομό Σερρών (**χάρτης 2**). Ο τυρφώνας των Φιλιππων έχει μήκος περίπου 30 χιλιομέτρων και χωρίζεται στο ανατολικό και δυτικό τμήμα από το δρόμο Καλαμπακίου-Νικίσιανης. Στο δυτικό άκρο του τυρφώνα υπάρχει ο παραπόταμος Αγγίτης ο οποίος εκβάλλει στον ποταμό Στρυμόνα. Κατά μήκος του κέντρου του τυρφώνα υπάρχει η κεντρική τάφρος των Φιλιππων που ξεκινά από την κοινότητα Κοκκινοχώματος του νομού Καβάλας και καταλήγει στον παραπόταμο Αγγίτη στην κοινότητα Συμβολή του νομού Σερρών.

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΓΕΝΕΣΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

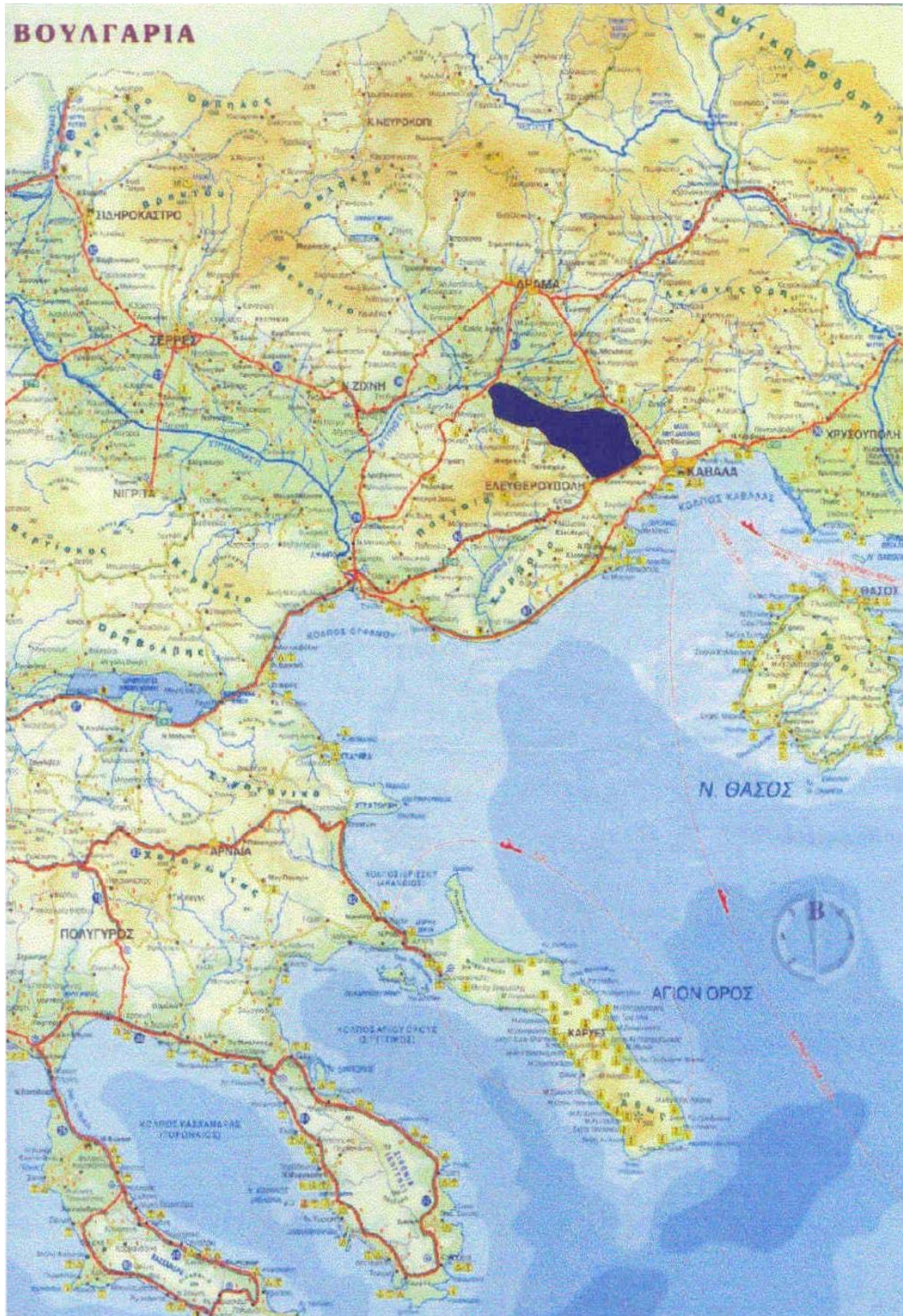
Η γένεση των οργανικών εδαφών είναι πάντοτε συνδεδεμένη με την ύπαρξη στο έδαφος συνθηκών πλημμελούς στραγγίσεως. Σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο στις οποίες εισρέουν νερά επιφανειακά ή υπεδάφεια από υψηλότερες περιοχές γύρω από αυτές και με την προϋπόθεση ότι οι βροχοπτώσεις είναι αρκετές, τότε δημιουργείται τέλμα. Στο τέλμα αυτό, με την πάροδο των χρόνων, εγκαθίσταται άφθονη και ποικίλη υδροχαρής βλάστηση, τα υπολείμματα της οποίας αποτίθενται στον πυθμένα κατά στρώσεις, το πάχος των οποίων αυξάνεται συνεχώς μέχρι να φτάσει η άνω επιφάνειά τους στην ελεύθερη στάθμη του νερού. Το νερό εμποδίζει την επαφή των οργανικών υπολειμμάτων με τον ατμοσφαιρικό αέρα και σε αυτό οφείλεται ο χαμηλός βαθμός διάσπασής τους. Όταν όμως για φυσικούς λόγους αλλά συχνότερα έπειτα από τεχνητές επεμβάσεις απομακρυνθούν τα νερά από το τέλμα τα οργανικά υπολείμματα έρχονται σε άμεση επαφή με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την έναρξη της διάσπασης των οργανικών υπολειμμάτων, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, η οποία είναι τόσο γρηγορότερη όσο η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι υψηλότερη. Από το σημείο αυτό αρχίζει στο επιφανειακό στρώμα η μετατροπή των οργανικών αποθέσεων σε οργανικό έδαφος.

Η ταχύτητα σχηματισμού των οργανικών αποθέσεων εμφανίζει πολύ μεγάλες διακυμάνσεις, κυρίως ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Σύμφωνα με εκτιμήσεις του Broadbent (1960) ο σχηματισμός τυρφώδους στρώματος πάχους 1 μέτρου απαιτεί 1500 έτη περίπου δηλαδή ανά 100 έτη αποτίθεται στρώμα πάχους 6,5 εκατοστών. Σύμφωνα με την εκτίμηση αυτή, μία απόθεση πάχους 50 μέτρων, που μπορεί ίσως να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό για πολλά σημεία των Φιλιππων, απαιτήσε για τον σχηματισμό της πάνω από 80.000 έτη. Φυσικά, σε σημεία της περιοχής με μεγαλύτερο πάχος οργανικού υλικού, η απόθεση άρχισε ακόμη νωρίτερα (Ν.Α. Πολυζόπουλος Θεσ/νίκη διημερίδα ΓΕΩΤ.Ε.Ε 29-30/11/1982).

Ο σχηματισμός της τύρφης εξακολουθεί ακόμα και σήμερα σε εκτάσεις τελματώδεις, σε λεκάνες με άφθονες βροχοπτώσεις και υψηλό ποσοστό υγρασίας όπου εμποδίζεται και η εξάτμιση και σε περιοχές με ανεπάρκεια διεξόδου νερού και με πλούσια

βλάστηση. Στην περιοχή των Τεναγών ο σχηματισμός των οργανικών εδαφών άρχισε κατά την Διλούβιο εποχή, δηλαδή πριν από 1,5-2 εκατομμύρια χρόνια και εν μέρει κατά την Αλλούβιο εποχή που είναι πιο πρόσφατη.

Η πεδιάδα της Δράμας στην οποία περιλαμβάνονται τα Τενάγη των Φιλιππων είναι μια λεκάνη περιβαλλόμενη από ορεινούς όγκους. Εξαιτίας αυτών, η φυσική στράγγιση επιτυγχανόταν μόνο από τη δυτική πλευρά με αποδέκτη τον παραπόταμο Αγγίτη και στην συνέχεια τον ποταμό Στρυμόνα. Όμως, η περιοχή των λόφων που διέσχισε ο Αγγίτης βαθμιαία ανερχόταν, με συνέπεια την βραδεία αλλά σταθερή ελάττωση της δυνατότητας φυσικής στραγγίσεως. Έτσι, λόγω της σταδιακής και πλημμελής στραγγίσεως, δεν σχηματίστηκε λίμνη αλλά επικράτησαν λιμνοτελματώδεις συνθήκες με αποτέλεσμα την δημιουργία του κοιτάσματος τύρφης στο χαμηλότερο τμήμα της πεδιάδας της Δράμας.



Χάρτης 1. Γεωγραφική τοποθεσία των Τεναγών των Φιλίππων

επιτακτική η ανάγκη αξιοποίησης της ευαίσθητης αυτής ακριτικής περιοχής. Έτσι, επανήλθαν στο προσκήνιο τα ήδη υπάρχοντα σχέδια της εταιρίας JAKSON Ltd, από το 1919 για μελέτη αποξήρανσης τα οποία ποτέ δεν υλοποιήθηκαν.

Η αποξήρανση των Τεναγών των Φιλίππων υλοποιήθηκε σύμφωνα με τα σχέδια της εταιρίας J. MONKS-ULEN κατά τα έτη 1930-1940. Η μελέτη συμπεριλάμβανε:

- Την εκσκαφή της Κεντρικής Τάφρου Φιλίππων, μήκους 29 χιλιομέτρων, που διασχίζει τα Τενάγη Φιλίππων και παίζει σήμερα κύριο αρδευτικό ρόλο κατά την θερινή περίοδο.
- Την ανά χιλιόμετρο εκσκαφή δευτερευουσών τάφρων που εκβάλλουν στην Κεντρική Τάφρο Φιλίππων.
- Την κατασκευή του επιβλητικού ρουφράκτου στην Κοινότητα Συμβολής με τεράστια θυροφράγματα.
- Την περαιτέρω εκβάθυνση της φάραγγας του Αγγίτη (παραποτάμου του Στρυμόνα).

Με την εφαρμογή των προτάσεων αυτών η μέχρι τότε βαλτώδης περιοχή δόθηκε προς γεωργική εκμετάλλευση.

Στις 14-7-1960 συνάπτεται συμφωνία μεταξύ της Ελλάδας και της Ολλανδικής εταιρίας GRONTMIJ AT DE BILT για σύνταξη εδαφολογικής μελέτης για τα Τενάγη των Φιλίππων, με αντικείμενο την διάγνωση των αιτιών συνίχισης, την αναμενόμενη στο άμεσο μέλλον συνίχιση, καθώς και την υποβολή προτάσεων αντιμετώπισης ή τουλάχιστον επιβράδυνση της.

Το 1962-63 σταματά η έρευνα και ταυτόχρονα αρχίζει ένας περίεργος θόρυβος με θριαμβολογίες της Δ.Ε.Η. και του Τύπου για την ανακάλυψη ενός νέου “Ρουρ” στην Β. Ελλάδα, που θα έδινε “λύση” στο ενεργειακό πρόβλημα της χώρας. Ακολουθεί ερευνητική μελέτη από το Ι.Γ.Μ.Ε. σε συνεργασία με την Δ.Ε.Η. για την “αξιοποίηση” της τύρφης ως καύσιμη ύλη για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα από τα συμπεράσματα που προέκυψαν, ήταν ότι το επιφανειακό στρώμα (πάχους 60 μέτρων) έχει απόθεμα τύρφης με θερμογόνο δύναμη 2000Kcal/Kg.

Το 1968 έγινε προμελέτη εκμετάλλευσης της τύρφης από την FICHTNER της τότε Δυτ. Γερμανίας και τον BORD-NA-MONA υπεύθυνο Οργανισμό για την αξιοποίηση των τυρφώνων της Ιρλανδίας. Τα αποτελέσματα της προμελέτης αυτής κρίθηκαν, από την Δ.Ε.Η. ευνοϊκά για την ηλεκτροπαραγωγή.

Έπειτα από δυο χρόνια το 1970-71 η Δ.Ε.Η. αναθέτει την εκπόνηση σχετικής μελέτης στην Ρώσικη εταιρία ENERGOEXPORT, τα συμπεράσματα της οποίας δεν ανακοινώθηκαν στον επιστημονικό Τύπο. Παρόλα ταύτα, σύμφωνα πληροφορίες προβλεπόταν η “αξιοποίηση” 44.000 στρεμμάτων με την εγκατάσταση ατμοηλεκτρικού σταθμού (ΑΗΣ) τριών μονάδων συνολικής ισχύος 375 M.W. από τον Σοβιετικό Οργανισμό, με έναρξη λειτουργίας το 1977 και διάρκεια παραγωγής 25 ετών. Τελικά το 1972 υπογράφηκε η σύμβαση πλαίσιο μεταξύ της Ελλάδας και της ENERGOEXPORT για την εγκατάσταση των τριών ατμοηλεκτρικών σταθμών ισχύος 125 MW έκαστος.

Όμως, με την δυναμική παρέμβαση αγροτών, επιστημόνων, εκκλησίας, διαφόρων φορέων και συλλόγων της περιοχής επήλθε το “πάγωμα” της βιομηχανικής εκμετάλλευσης της τύρφης των Τεναγών. Παρόλα ταύτα όμως η “μαύρη” γη των Φιλίππων παρέμεινε στο στόχαστρο της βιομηχανικής εκμετάλλευσης. Το πιο πρόσφατο παράδειγμα είναι η εξόρυξη και εμπορία της τύρφης από την ΓΕΜΕΕ (θυγατρική εταιρία της Ε.Τ.Β.Α.), που άρχισε το 1991 σε έκταση 130 στρεμμάτων στην περιοχή Αντιφιλίππων Καβάλας. Η προσπάθεια αυτή βρήκε αντιμετώπη την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση της Καβάλας και σταμάτησε έπειτα από ένα χρόνο.



Εικόνα 1. Εξόρυξη στην περιοχή των Αντιφιλίπων Καβάλας

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Όπως έχει αναφερθεί η πεδιάδα των Φιλιππων είναι η πιο γόνιμη πεδιάδα της Ελλάδας και από της γονιμότερες της Ν.Α. Ευρώπης. Παρόλ' αυτά η μεγάλη γονιμότητα της τύρφης των Τεναγών Φιλιππων δεν μπορεί να εξασφαλίσει την έλλειψη προβλημάτων στην περιοχή, τα οποία απορρέουν από την σύσταση των τυρφοδών εδαφών και για τα οποία θα γίνει λόγος παρακάτω.

Η συνίζηση είναι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που υπάρχουν στην πεδιάδα των Τεναγών Φιλιππων και αναφέρεται στη συρρίκνωση της επιφάνειας του τυρφώνα. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας της Ολλανδικής εταιρίας GRONTMIJ έπειτα από τη σύγκριση των υψομέτρων της περιόδου όπου δεν είχε γίνει αποξήρανση (1931) και εκείνων του 1959 διαπιστώθηκε ότι η συνίζηση κατά τα έτη 1931-1959 άρχισε από το μηδέν στην περίμετρο των Τεναγών και ξεπέρασε τα 3,5 μέτρα στα κεντρικά σημεία, στην κεντρική τάφρο Φιλιππων, με μέσο όρο 6-12 εκατοστά ετησίως. Πριν την συνίζηση η περιοχή ήταν σχεδόν επίπεδη, τώρα όμως είναι ανισοϋψής με τα πλέον χαμηλά υψόμετρα κοντά στην κεντρική τάφρο των Φιλιππων.

Οι παράγοντες που συνέβαλαν στην συνίζηση των τυρφοδών εδαφών εκδηλώνονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους οι οποίοι είναι, η συστολή λόγω ξηράνσεως, βιολογική οξείδωση, αποσύνθεση και διάσπαση της τύρφης και κάψιμο της καλαμιάς και στο υπέδαφος οι οποίοι είναι, η συμπίεση του από βαρέα οχήματα και από την διαστολή των αερίων. Το φαινόμενο της συνίζησης που παρουσιάζεται στον τυρφώνα των Φιλιππων επιφέρει τις παρακάτω δυσμενείς επιπτώσεις:

- Απώλεια της ανεκτίμητης τύρφης.
- Βαθμιαία αδυναμία στράγγισης.
- Διαμόρφωση ανισοϋψών εκτάσεων με επιπτώσεις στον τρόπο αρδεύσεως των Τεναγών.
- Υποχρέωση κατασκευής νέων έργων.

Η συνίζηση, μπορεί να μειωθεί σημαντικά με κατάλληλες τεχνικές διαχειρίσεως, όπως η διατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού σε ένα ορισμένο βάθος, λιγότερη

αναμόχλευση του εδάφους και κατάλληλη αμειψισπορά σύμφωνα με τον καθηγητή γεωπονίας του Α.Π.Θ. κ. Σφήκα (Θες/νίκη διημερίδα ΓΕΩΤ.Ε.Ε 29-30/11/1982). Ένα άλλο μεγάλο πρόβλημα το οποίο παρατηρείται στην περιοχή των Τεναγών είναι η αλατότητα της τύρφης. Τα αίτια της αλατότητας της τύρφης είναι τα εξής:

- Κακή στράγγιση (συντείνει το γεγονός της πλούσιας οργανικής ουσίας).
- Υψηλή υπεδάφια στάθμη νερού και εναπόθεση των αλάτων στο επιφανειακό στρώμα εδάφους.
- Ίσως η υπερβολική χρήση λιπασμάτων.
- Πιθανή αλατότητα του νερού ποτίσματος.

Τέλος, σε μεγάλα τμήματα του τυρφώνα παρατηρείται ένας συμπαγής οργανικός ορίζοντας, ένα είδος φυτικού πλέγματος, που αποτελείται από λιγότερα οξειδωμένα υλικά, πάχους 20-30 εκατοστών. Η παρουσία αυτή του φυτικού πλέγματος έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίζεται το ενεργό βάθος του εδάφους, να εμποδίζεται η διείσδυση των ριζών σε βάθος, η προς τα κάτω διήθηση του επιφανειακού νερού και να επηρεάζεται ανασχετικά η τριχοειδής άνοδος του υπόγειου νερού. Η συμβολή όλων των παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα την μη ικανοποιητική ανάπτυξη των φυτών και τη μείωση των αποδόσεών τους.

Προκειμένου να αποφευχθούν όσο το δυνατό περισσότερο οι δυσμενείς συνέπειες από τα προβλήματα που υπάρχουν στον τυρφώνα των Τεναγών η εταιρία GRONTMIJ παρέθεσε τις εξής προτάσεις:

- Απαγόρευση του καψίματος της καλαμιάς και ενημέρωση των αγροτών για τις δυσμενείς επιδράσεις αυτής της πράξης.
- Αποφυγή συμπίεσης του υπεδάφους με βαρέα οχήματα.
- Ανύψωση της στάθμης νερού σε όλες τις τάφρους κατά την θερινή περίοδο έτσι ώστε να επιβραδύνεται η συνίχιση.
- Χρήση της γης για βοσκή.

Οι προτάσεις αυτές είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν ώστε τα προβλήματα που υπάρχουν στην περιοχή να ελαχιστοποιηθούν με απώτερο σκοπό τις μεγαλύτερες αποδόσεις της καλλιέργειας.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΥΡΦΗΣ ΤΩΝ ΤΕΝΑΓΩΝ ΦΙΛΙΠΠΩΝ

Η τύρφη των Τεναγών Φιλίππων προσδιορίστηκε ως φαιά τύρφη κατηγορίας Reed-Selge, από γεωλογική άποψη όμως, η τύρφη είναι άνθρακας νεαρής ηλικίας. Τα συστατικά από τα οποία αποτελείται είναι τα εξής:

- Κάλαμο-βιοτύρφη. Οργανική ύλη σε ποσοστό μεγαλύτερο από 50%. Περιέχει υπολείμματα καλαμιών και βούρλων.
- Συντρίμματα (βόρβορος). Οργανική ύλη σε ποσοστό 30-50%. Είναι οργανική απόθεση πλούσια σε άργιλο κυρίως κατά μήκος των ορίων του τυρφώνα.
- Στρώσεις αργίλου. Βρίσκεται στα όρια των Τεναγών.
- Στρώσεις μάργας. Συνίσταται από μαλακό ασβεστόλιθο.

Η τύρφη στο κέντρο της περιοχής είναι καθαρότατη με ποσοστό οργανικής ουσίας που φτάνει μέχρι και το 87%. Βέβαια, στα όρια του τυρφώνα οι προσμίξεις άλλων υλικών είναι αυξημένες με αποτέλεσμα το ποσοστό σε οργανική ουσία να είναι

μικρότερο. Στα όρια αυτά η τύρφη εξελίσσεται σε χουμώδη άργιλο με ποσοστό ανόργανων συστατικών (τέφρας) που ξεπερνά το 50%.

Σύμφωνα με έρευνα της ΣΥΝ.Ε.Λ. που διενεργήθηκε σε έκταση 196 στρέμματα της περιοχής των Τεναγών δόθηκαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Το σύνολο των εδαφών έχει μηχανική σύσταση που κυμαίνεται από ελαφριά, 84% της συνολικής έκτασης που αναλύθηκε, έως μέτρια βαριά, 16%.
- Το 75% των εδαφών έχει περιεκτικότητα σε CaCO_3 μεγαλύτερη του 5%, δηλαδή υψηλή.
- Η αγωγιμότητα, ως αποτέλεσμα της συνίζησης σε συνδυασμό και με την υψηλή λίπανση που εφαρμόζεται στην περιοχή, κυμαίνεται από υψηλή έως πολύ υψηλή (85% των αναλυθέντων εδαφών). (Σταυρούλιας 1994).

Όσον αφορά την περιεκτικότητα των εδαφών των Τεναγών Φιλιππων σε μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Το N βρίσκεται σε πολύ ικανοποιητικό επίπεδο.
- Ο P βρίσκεται σε υψηλό έως πολύ υψηλό επίπεδο για το 77% των περιπτώσεων.
- Το K ομοίως για το 95% των εκτάσεων.
- Ελλείψεις Mn, Cu και B παρουσιάζονται μόνο σε μικρά ποσοστά 20%, 20% και 33% αντίστοιχα.

Επίσης, σύμφωνα με το Ινστιτούτο Εδαφολογίας Θεσσαλονίκης το B και ο Zn εμφανίζονται γενικά ως επαρκή, ο Fe ως υπερεπαρκής και το Mn από ανεπαρκές έως πολύ επαρκές. (Σταυρούλιας 1994).

Όπως είναι γνωστό η τύρφη θεωρείται εξαιρετικά κατάλληλο υπόστρωμα για την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Αυτό συμβαίνει γιατί η τύρφη διαθέτει την πολύ σημαντική ικανότητα να απορροφά και να συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού, μέχρι και 8-9 φορές το βάρος της. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των οργανικών εδαφών είναι το γεγονός ότι η τιμή του ολικού πορώδους είναι πολύ υψηλότερη από ότι στα ανόργανα εδάφη, εξασφαλίζοντας την ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος στα φυτά. Επιπροσθέτως, η τύρφη ως οργανικό υπόστρωμα συμπεριλαμβάνει στις ιδιότητες της και εκείνες της οργανικής ύλης.

Σε συνέχεια των αναλύσεων αυτών και δεδομένου ότι τα Τενάγη των Φιλιππων είναι μια ανοιχτή πρόκληση για έρευνα, πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία και ανάλυση των δειγμάτων με σκοπό την διερεύνηση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των οργανικών εδαφών των Τεναγών Φιλιππων.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΩΝ ΤΕΝΑΓΩΝ

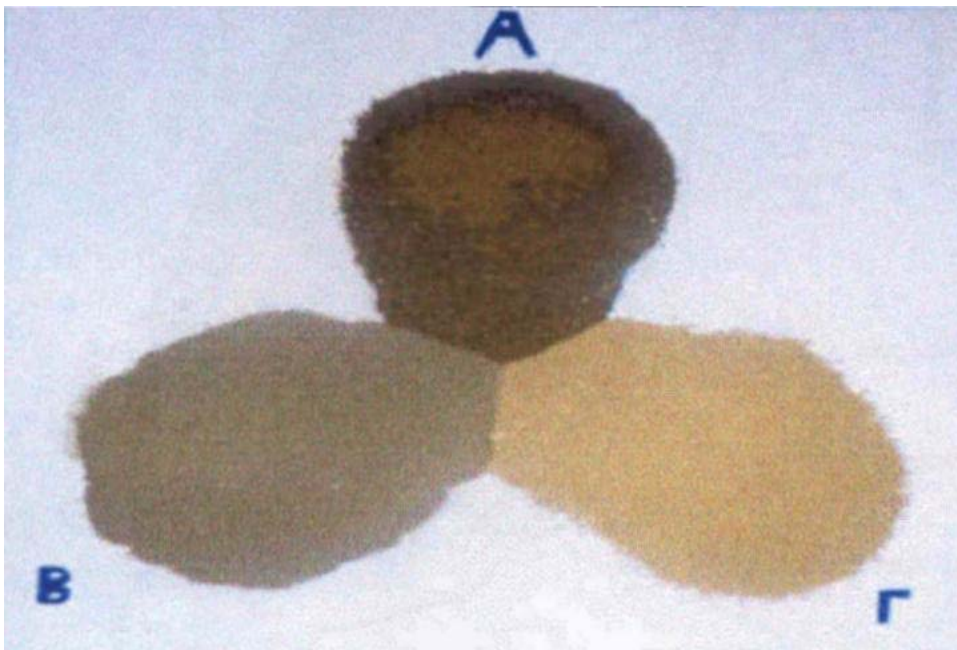
ΦΙΛΙΠΠΩΝ

Για τις ανάγκες του πειράματος πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία στην περιοχή των Τεναγών χρησιμοποιώντας δειγματολήπτες τύπου Edelman και σπειροειδή (**Εικόνα 2**). Συνολικά συλλέχθηκαν δεκαοχτώ δείγματα εδάφους από τις τρεις ζώνες των Τεναγών: Α΄ ζώνη: Κέντρο Τεναγών, Β΄ ζώνη: Παρυφές Τεναγών και Γ΄ ζώνη: Παρατενάγεια περιοχή. Από την κάθε ζώνη επιλέχθηκαν τρία διαφορετικά διάσπαρτα σημεία από τα οποία ελήφθησαν δείγματα εδάφους από βάθος 30 εκατοστών και 60 εκατοστών (**Χάρτης 3**). Έτσι συνολικά συλλέχθηκαν εννέα δείγματα από βάθος 30 εκατοστά και εννέα δείγματα από βάθος 60 εκατοστών. Ο διαχωρισμός μεταξύ των ζωνών ήταν σχετικά εύκολος εξαιτίας του διαφορετικού χρωματισμού των εδαφών. Στο κέντρο των Τεναγών τα εδάφη έχουν μαύρο χρώμα, στις παρυφές των Τεναγών αποκτούν ένα γκρι χρωματισμό ενώ τέλος, στην παρατενάγεια περιοχή τα εδάφη παρουσιάζουν καφέ χρωματισμό (**Εικόνα 3**).

Τα δείγματα εδάφους μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας της Σ.Τ.ε.Γ. του Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης όπου αεροξηράθηκαν. Στη συνέχεια ακολούθησε λειοτρίβηση τους σε πορσελάνινα γουδιά, κοσκίνισμα με κόσκινα διαμέτρου 2 χιλιοστών και τέλος η τοποθέτηση τους σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 2 λίτρων. Η αρίθμηση των δειγμάτων έγινε με βάση την ζώνη, το σημείο και τέλος από το βάθος από το οποίο πάρθηκε το κάθε ένα δείγμα, δηλαδή το δείγμα από το πρώτο σημείο της Α΄ ζώνης με βάθος λήψης τα 30 εκατοστά του δόθηκε ο κωδικός: Αα30, όπου το πρώτο γράμμα δηλώνει την ζώνη δειγματοληψίας (Α΄, Β΄ ή Γ΄), το δεύτερο γράμμα δηλώνει το σημείο δειγματοληψίας (α, β ή γ) και τέλος ο αριθμός δηλώνει το βάθος από το οποίο έγινε η λήψη του δείγματος. Αντίστοιχα με τον ίδιο τρόπο δόθηκαν κωδικοί και στα υπόλοιπα δείγματα της Α΄ ζώνης αλλά και των άλλων δύο ζωνών.



Εικόνα 2. Δειγματολήπτες τύπου α) Edelman (δεξιά) και β) σπειροειδής (αριστερά)



Εικόνα 3. A: Δείγμα εδάφους από το κέντρο των Τεναγών.
B: Δείγμα εδάφους από την Παρατενάγεια περιοχή.
Γ: Δείγμα εδάφους από τις Παρυφές των Τεναγών.

χαρακτηρισμού που πραγματοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν ο υπολογισμός του pH του εδάφους, του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου που περιέχει, της οργανικής ουσίας με υγρά οξείδωση και με ξηρά καύση και τέλος το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας των 18 δειγμάτων εδάφους των Τεναγών Φιλίππων.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ pH

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το pH του εδάφους είναι από τις πιο σημαντικές ιδιότητες του και μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά του. Η τιμή του pH του εδάφους δεν χαρακτηρίζει μόνο ένα έδαφος ως όξινο ή αλκαλικό. Ταυτόχρονα, είναι δυνατόν να προβλεφθεί η διαθεσιμότητα των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων και οι τοξικότητες κάποιων άλλων, εάν είναι γνωστή η σχέση τους με το pH. Η τιμή του επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Ένας από τους σπουδαιότερους είναι το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου που περιέχεται στο έδαφος. Επίσης σημαντικός παράγοντας είναι και οι συνθήκες που επικρατούν στο χωράφι, όπως η υγρασία, τα διαλυτά άλατα, το διοξείδιο του άνθρακα, τα χημικά λιπάσματα κ.τ.λ.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΜΕΘΟΔΟΣ 1:2 H₂O ΚΑΙ 1:2 CaCl₂

Για τη σωστή μέτρηση του pH του εδάφους θα πρέπει το δείγμα να βρεθεί σε τέτοια κατάσταση όμοια με αυτήν που συναντά το ριζικό σύστημα των φυτών στο χωράφι. Η ποσότητα του νερού που θα προστεθεί στο δείγμα, προκειμένου να γίνει η μέτρηση, δεν θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλη διότι υπάρχει περίπτωση να αλλοιωθούν τα αποτελέσματα. Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αυξημένη προσθήκη νερού στο δείγμα ελευθερώνει μεγάλες ποσότητες αλάτων, με αποτέλεσμα το pH να εμφανίζεται διαφορετικό από εκείνο που το φυτό αντιμετωπίζει στην πραγματικότητα. Το πρόβλημα αυτό που δημιουργεί το νερό στον προσδιορισμό του pH μπορεί να αντιμετωπιστεί με την χρησιμοποίηση αραιού διαλύματος CaCl₂ 0,01 M.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών
- Γυάλινες ράβδοι
- Σιφόνια πληρώσεως των 20 ml
- Ποτήρια ζέσεως των 50 ml
- Πεχάμετρο τύπου W.T.W. pH531 (**Εικόνα 4**)
- Buffer pH = 4, pH = 7 και pH = 9

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου (**CaCl₂ 0.01 M**)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Ζυγίστηκαν 10 γραμμάρια αεροξηραμένου εδάφους και μεταφέρθηκαν σε ποτήρια ζέσεως χωρητικότητας 50 ml. Με σιφόνιο πληρώσεως προστέθηκαν 20 ml

απιονισμένου νερού και έγινε ανάδευση με γυάλινη ράβδο. Το αιώρημα αφέθηκε σε ηρεμία για δέκα λεπτά και ακολούθησαν άλλες δύο αναδεύσεις έπειτα από το πέρας δέκα και είκοσι λεπτών από την πρώτη. Στα τριάντα λεπτά από την πρώτη ανάδευση έγινε η μέτρηση του pH με τη βύθιση του ηλεκτροδίου στο αιώρημα χωρίς αυτό να έρθει σε επαφή με το έδαφος, αφού προηγήθηκε το σταντάρισμα του πεχαμέτρου με buffer pH = 4, pH = 7 και pH = 9.

Για την μέτρηση του pH των δειγμάτων με την μέθοδο 1:2 CaCl₂ ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τη διαφορά ότι αντί για 20 ml νερό προστέθηκαν 20 ml διαλύματος CaCl₂ 0.01 M.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων και με τις δύο μεθόδους παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα της μέτρησης του pH, σε 18 δείγματα από τα Τενάγη των Φιλιππων, με τη μέθοδο 1:2 H₂O και 1:2 CaCl₂.

Δείγμα	Ph 1:2 H ₂ O	PH 1:2 CaCl ₂	Δείγμα	Ph 1:2 H ₂ O	PH 1:2 CaCl ₂
Αα30	6,5	6,2	Ββ60	7,4	7,4
Αα60	6,6	6,4	Βγ30	7,4	7,3
Αβ30	5,8	5,5	Βγ60	7,5	7,4
Αβ60	7	6,7	Γα30	7,7	7,4
Αγ30	7,2	6,9	Γα60	7,8	7,3
Αγ60	6,5	6,2	Γβ30	7,6	7,3
Βα30	7,4	7,4	Γβ60	7,6	7,2
Βα60	7,3	7,3	Γγ30	7,5	7,3
Ββ30	7,5	7,3	Γγ60	7,5	7,3

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα του Πίνακα 1, διαπιστώνεται ότι το pH στα δείγματα της Α' ζώνης των εδαφών των Φιλιππων, με τη μέθοδο 1:2 H₂O, κυμαίνεται μεταξύ 5,8 με 7,2 ενώ με τη μέθοδο 1:2 CaCl₂ μεταξύ 5,5 με 6,9. Στα εδάφη της Β' ζώνης το pH σύμφωνα με τις μεθόδους 1:2 H₂O και 1:2 CaCl₂ κυμαίνεται 7,3 με 7,5 και 7,3 με 7,4 αντίστοιχα. Τέλος, στα εδάφη της Γ' ζώνης η τιμή του pH βρίσκεται μεταξύ του 7,5 με 7,8 σύμφωνα με την 1:2 H₂O, ενώ με την 1:2 CaCl₂ μεταξύ του 7,2 και 7,4.

Με βάση τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό το γεγονός ότι το pH των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππων κυμαίνεται από ελαφρώς όξινο έως ουδέτερο. Επίσης οι διακυμάνσεις της τιμής του pH τόσο μεταξύ των εδαφών της ίδιας ζώνης όσο και μεταξύ των ζωνών είναι πολύ μικρές έως αμελητέες. Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι

οι τιμές του pH που προκύπτουν από τις δύο μεθόδους έχουν 0,1 έως 1,4 μονάδα διαφορά όταν εφαρμόζονται σε όξινα εδάφη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν υφίστανται τέτοιου μεγέθους διαφορές διότι ο χαρακτήρας των εδαφών είναι ουδέτερης έως αλκαλικής αντίδρασης.



Εικόνα 4. Πεχάμετρο τύπου W.T.W. pH531

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ CaCO_3

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιεκτικότητα των εδαφών σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο εμφανίζει μεγάλες διακυμάνσεις. Αρχίζει από ίχνη και φτάνει μέχρι και 70% του συνόλου της μάζας του. Το ανθρακικό ασβέστιο απαντάται και στα τρία κλάσματα της μηχανικής σύστασης του εδάφους στην άμμο, την ιλή και την άργιλο σε διαφορετικά ποσοστά στο καθένα. Πολλές φορές η ύπαρξη ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος συνδέεται με

τροφοπενίες φωσφόρου, βορίου και ψευδαργύρου καθώς και άλλων μικροθρεπτικών. Εάν στο έδαφος υπάρχουν έστω και ίχνη ανθρακικού ασβεστίου τότε ο χαρακτήρας του εδάφους αυτού γίνεται αλκαλικός.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΜΕΤΡΟΥ

Η μέθοδος του ασβεστομέτρου που εφαρμόζεται είναι ένας έμμεσος τρόπος υπολογισμού του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου του εδάφους. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στη μέτρηση του όγκου του εκλυόμενου CO₂ κατά την αντίδραση των ανθρακικών αλάτων που περιέχονται στο δείγμα εδάφους με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω αντίδραση:



Το HCl αντιδρά σε διάφορο βαθμό με όλα τα ανθρακικά άλατα του εδάφους με αποτέλεσμα την έκλυση CO₂. Για το λόγο αυτό η ποσότητα του CaCO₃ που υπολογίζεται εκφράζεται σαν ισοδύναμο CaCO₃ του εδάφους.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Αναλυτικός ζυγός
- Ασβεστόμετρο ή συσκευή Bernard (**Εικόνα 5**)
- Κάψα από πορσελάνη
- Σταγονομετρικό φιαλίδιο

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (**HCl 4N**)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Αρχικά έγινε ένα προτέστ στα δείγματα για την εκτίμηση κατά προσέγγιση της περιεκτικότητας τους σε ανθρακικό ασβέστιο. Σκοπός του προτέστ ήταν να βρεθεί η σωστή ποσότητα δείγματος, ώστε ο όγκος του CO₂ που εκλύεται κατά την αντίδραση του υδροχλωρικού οξέως με το ανθρακικό ασβέστιο να μην ήταν ούτε υπερβολικά μεγάλος ούτε υπερβολικά μικρός, έτσι ώστε να αποτρεπόταν τυχόν σφάλμα στη μέτρηση. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν δείγματα εδάφους από την κάθε ζώνη, τα οποία τοποθετήθηκαν σε κάψες από πορσελάνη και έγινε ρίψη σταγόνων διαλύματος υδροχλωρικού οξέος. Κατά την προσθήκη των σταγόνων τα δείγματα της πρώτης ζώνης δεν άφρισαν καθόλου και έτσι χρησιμοποιήθηκαν από αυτά 10 γραμμάρια εδάφους. Στα δείγματα της δεύτερης ζώνης το άφρισμα ήταν έντονο και έτσι πάρθηκε από το κάθε δείγμα 0,5 γραμμάρια εδάφους. Ομοίως στα δείγματα της τρίτης ζώνης το άφρισμα ήταν έντονο και έτσι χρησιμοποιήθηκαν δείγματα εδάφους 0,5

γραμμαρίων, εκτός από δύο δείγματα στα οποία το άφρισμα ήταν ήπιο και γι' αυτό ελήφθησαν 2 γραμμάρια εδάφους.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια έγιναν δυο επαναλήψεις του προσδιορισμού και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Στη συνέχεια προσδιορίστηκε η ποσότητα του εκλυόμενου CO₂ των δειγμάτων με τη βοήθεια του ασβεστομέτρου Bernard και υπολογίστηκε η περιεκτικότητα τους σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο σύμφωνα με τη σχέση:

$$CaCO_3 \text{ σε } g\% = \frac{V_{CO_2}}{B} \times K$$

Όπου:

V_{CO₂} = Ο όγκος του CO₂ σε ml που μετρήθηκε με τη βοήθεια του ασβεστομέτρου

B = Τα g εδάφους που χρησιμοποιήθηκαν

K = Συντελεστής μετατροπής του ενός ml CO₂ σε g CaCO₃ ανά 100 g εδάφους

Η τιμή του K μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία και την πίεση, έτσι:

K = 0,44 για θερμοκρασία 0 και πίεση 760mm Hg

K = 0,42 για θερμοκρασία 15 και πίεση 760mm Hg

K = 0,41 για θερμοκρασία 20 και πίεση 760mm Hg

K = 0,40 για θερμοκρασία 30 και πίεση 760mm Hg

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας, των δειγμάτων των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππων, σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα μετρήσεων της περιεκτικότητας σε ελεύθερο ανθρακικό ασβέστιο, σε 18 δείγματα εδάφους των Τεναγών Φιλιππων, με τη μέθοδο ασβεστομέτρου.

Δείγμα	CaCO ₃ σε g	Δείγμα	CaCO ₃ σε g
Aα30	0,1	Bβ60	50,4
Aα60	0,3	Bγ30	45,1
Aβ30	0,04	Bγ60	45,1

Aβ60	0,2	Γα30	20,9
Aγ30	0,4	Γα60	19,7
Aγ60	0,06	Γβ30	5,7
Bα30	51,6	Γβ60	6,6
Bα60	42,6	Γγ30	9
Bβ30	52,4	Γγ60	10,2

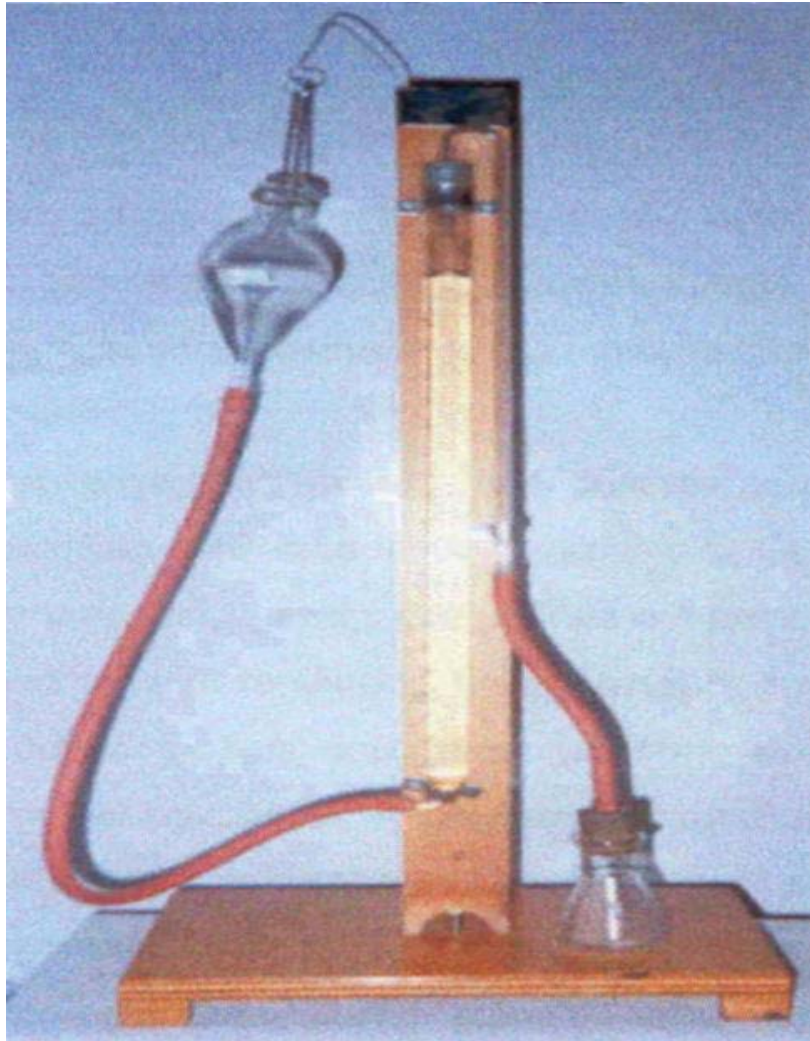
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Πριν από μερικά χρόνια η περιεκτικότητα των εδαφών σε ανθρακικό ασβέστιο συνδυαζόταν άμεσα με την γονιμότητα του. Έτσι πίστευαν ότι όσο περισσότερο ανθρακικό ασβέστιο περιείχε ένα έδαφος τόσο καλύτερο-γονιμότερο ήταν. Με το πέρασμα των χρόνων όμως, έχει αποδειχθεί ότι στην πραγματικότητα το μεγάλο ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου ενός εδάφους δεν είναι ανάλογο με την μεγάλη γονιμότητα. Έτσι, σήμερα η περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο αποτελεί προσανατολιστικό παράγοντα για την επιλογή της κατάλληλης καλλιέργειας και τη λιπαντική τακτική που θα ακολουθείται σε κάθε χωράφι. Σύμφωνα με τα παραπάνω εάν είναι γνωστό το ποσοστό του ελεύθερου ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος μπορούν να προκύψουν ποικίλα συμπεράσματα για το συγκεκριμένο έδαφος και όχι μόνο εάν είναι γόνιμο ή όχι.

Παρατηρώντας, λοιπόν τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, που αφορά την περιεκτικότητα του ανθρακικού ασβεστίου στα εδάφη των Τεναγών Φιλιππων συμπεραίνουμε ότι στα εδάφη της Α΄ ζώνης (Κέντρο Τεναγών) η περιεκτικότητα του ανθρακικού ασβεστίου βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα με το μεγαλύτερο ποσοστό να αγγίζει μόλις το 0,4%. Στην περιοχή αυτή των Τεναγών μπορούν να καλλιεργηθούν χωρίς προβλήματα φυτικά είδη τα οποία είναι ευαίσθητα στα μεγάλα ποσοστά ανθρακικού ασβεστίου.

Στα εδάφη της Β΄ ζώνης (Παρυφές Τεναγών) το σκηνικό αλλάζει και παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση του ανθρακικού ασβεστίου σε σύγκριση με την Α΄ ζώνη. Στα εδάφη αυτά η περιεκτικότητα του ανθρακικού ασβεστίου αγγίζει το 52,4%, γεγονός που απαγορεύει την καλλιέργεια φυτικών ειδών τα οποία είναι ευαίσθητα σε ασβεστούχα εδάφη. Στην περιοχή αυτή των Τεναγών θα πρέπει να γίνονται πιο συχνές λιπάνσεις με φώσφορο και εφαρμογή μικροθρεπτικών διαφυλλικά, μόλις διαπιστωθούν τα πρώτα συμπτώματα έλλειψής τους. Επίσης, είναι δυνατή η εφαρμογή οξινοποιών λιπασμάτων για πολλά χρόνια χωρίς να υπάρχει πιθανότητα να μειωθεί επικίνδυνα το pH τους.

Τέλος, στα εδάφη της Γ΄ ζώνης (Παρατενάγεια περιοχή) υπάρχει μια ενδιάμεση κατάσταση σε σχέση με τις άλλες δύο ζώνες, με το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου να κυμαίνεται από 5,7% έως 20,9%. Για την περιοχή αυτή, εξαιτίας της διακύμανσης αυτής, δεν μπορεί να ειπωθεί με ακρίβεια εάν μπορούν να καλλιεργηθούν ασβεστόφιλα ή ασβεστόφιβα φυτικά είδη καθώς επίσης και για την τακτική των λιπάνσεων που πρέπει να εφαρμοστούν. Γι' αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνονται πρώτα οι απαραίτητες αναλύσεις και σύμφωνα με τα αποτελέσματα να γίνεται η επιλογή της καλλιέργειας και της λιπαντικής τακτικής. Αυτό βέβαια ισχύει ανεξαιρέτως για όλα τα εδάφη της περιοχής.



Εικόνα 5. Ασβεστόμετρο Bernard

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως οργανική ουσία του εδάφους ορίζεται το σύνολο των φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων και απορριμμάτων όπως ρίζες, βλαστοί, κοπριά ζώων και διάφοροι ζωντανοί και νεκροί μικροοργανισμοί κ.τ.λ. ανεξάρτητα από το στάδιο της αποσύνθεσης.

Το ποσοστό της οργανικής ουσίας των εδαφών παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζονται από την ισορροπία μεταξύ του ρυθμού σχηματισμού της οργανικής ουσίας και την απώλειά της από το έδαφος. Ο σχηματισμός της οργανικής ουσίας εξαρτάται από τον ρυθμό εισροής και συσσωμάτωσης φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων. Από την άλλη πλευρά, η απώλεια της οφείλεται στην οξειδωσή της και την διάβρωση του εδάφους. Οι παράγοντες που επιδρούν στη συσσώρευση της οργανικής ουσίας κατά σειρά σπουδαιότητας είναι οι εξής: κλίμα, βλάστηση, τοπογραφικό ανάγλυφο περιοχής, μητρικό υλικό και χρόνος. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει και ο τρόπος διαχείρισης των καλλιεργειών και του εδάφους.

Ο ρόλος της οργανικής ουσίας στο έδαφος είναι πολύπλευρος. Αφενός επηρεάζει άμεσα τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους και τον χαρακτήρα του (βαρύ – ελαφρύ, όξινο – αλκαλικό), αφετέρου παίζει σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα. Κατά την αποσύνθεση των οργανικών υλικών του εδάφους, με τη βοήθεια των μικροοργανισμών, εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα η οποία προέρχεται από την αποσύνθεση αυτή είναι τόσο μεγάλη, ώστε από πολλούς θεωρείται η κύρια πηγή αναπλήρωσης των απωλειών της ατμόσφαιρας (φωτοσύνθεση) από αυτό. Επίσης, η οργανική ουσία αποτελεί την κύρια πηγή εμπλουτισμού του εδάφους με άζωτο, φώσφορο, θείο, δεδομένου ότι το 90% του αζώτου, το 50% του φωσφόρου και το 75% του θείου απαντώνται με τη μορφή οργανικών ενώσεων καθώς και πολλών άλλων στοιχείων κυρίως μικροθρεπτικών. Η οργανική ουσία είναι η πλέον ιδανική πηγή, των θρεπτικών αυτών στοιχείων, με την επιθυμητή μορφή απελευθέρωσής τους, διότι κατά την διαδικασία αποδόμησής της με την επίδραση των μικροοργανισμών εμπλουτίζει το έδαφος σταδιακά με αυτά χωρίς να υπάρχουν απώλειες λόγω στραγγίσεως.

Ο ρυθμός αποδόμησης των οργανικών υλικών επηρεάζεται άμεσα από το pH του εδάφους, το οξυγόνο, την υγρασία και την θερμοκρασία. Κύριος όμως παράγοντας είναι ο λόγος άνθρακα προς άζωτο (C/N) των υλικών αυτών. Ο άνθρακας αποτελεί το ενεργειακό υπόστρωμα για τους μικροοργανισμούς, ενώ το άζωτο αποτελεί το βασικό συστατικό των πρωτεϊνών τους. Η ευνοϊκότερη μικροβιακή δράση, που συνεπάγεται την αποδόμηση της οργανικής ουσίας, λαμβάνει χώρα όταν ο λόγος C/N κυμαίνεται από 25/1 – 30/1. Στην περίπτωση που η τιμή του πηλίκου C/N ξεπερνάει αυτά τα όρια στα οργανικά υπολείμματα τότε συνεπάγεται επιβράδυνση της διάσπασης των υλικών αυτών π.χ. τα υπολείμματα των σιτηρών στα οποία η σχέση C/N είναι περίπου 80/1. Αργά ή γρήγορα, η οργανική ουσία του εδάφους διασπάται με την βοήθεια των μικροοργανισμών και ο λόγος C/N τείνει να σταθεροποιηθεί σε μια τιμή ισορροπίας, που για τις Ελληνικές συνθήκες κυμαίνεται μεταξύ 8 – 15/1. Το τελικό προϊόν της διάσπασης της οργανικής ουσίας είναι ο χούμος, ένα προϊόν άμορφο, χωρίς κυτταρική δομή που να μπορεί κανείς να χαρακτηρίσει τον οργανισμό από τον οποίο προήλθε.

Εδάφη στα οποία το ποσοστό της οργανικής ουσίας είναι μικρότερο από 1% χαρακτηρίζεται ως χαμηλό, μεταξύ 1% και 2% ως μέτρια χαμηλό, μεταξύ 2% και 4% χαρακτηρίζεται ως μέτριο, μεταξύ 4% και 8% ως υψηλό και τέλος μεταξύ 8% και 16% ως πολύ υψηλό. Τα Ελληνικά καλλιεργούμενα εδάφη περιέχουν οργανική ουσία σε ποσοστό 1% έως 2,5%, γεγονός που τα καθιστά εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία.

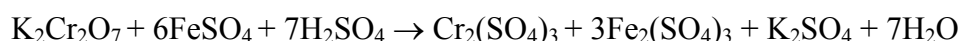
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΜΕΘΟΔΟΣ WALKLEY-BLACK

Η μέθοδος της υγράς οξειδωσης κατά Walkley-Black είναι ένας έμμεσος τρόπος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας. Στηρίζεται στον υπολογισμό του οργανικού άνθρακα, ο οποίος είναι το βασικό συστατικό της οργανικής ουσίας. Ο προσδιορισμός του οργανικού άνθρακα κατά την μέθοδο αυτή στηρίζεται στην οξείδωση του από το διχρωμικό κάλιο παρουσία θειικού οξέος σύμφωνα με την αντίδραση:



Το διχρωμικό κάλιο προστίθεται πάντα σε γνωστή περίσσεια ώστε να φτάσει για την οξείδωση του οργανικού άνθρακα και να περισσέψει. Η ποσότητα του οργανικού άνθρακα που υπάρχει στο δείγμα προσδιορίζεται έμμεσα με τον υπολογισμό της περίσσειας των διχρωμικών ανιόντων μέσω αντίδρασης οξειδοαναγωγής με δισθενή σίδηρο παρουσία δείκτη διφαινυλαμίνης και μείγματα όπως το φωσφορικό οξύ, το φθοριούχο νάτριο και το υδροφθόριο. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα κατά την ογκομέτρηση της περίσσειας των διχρωμικών ανιόντων στ δείγμα από τον δισθενή σίδηρο είναι η εξής:



ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Γουδί πορσελάνης
- Κόσκινο με διάμετρο σπών 0,2mm
- Κωνικές φιάλες των 500 ml
- Ογκομετρικοί κύλινδροι των 200 ml
- Σιφώνια πλήρωσεως των 20 ml, των 10 ml και των 2 ml
- Προχοίδα των 50 ml
- Αναλυτικός ζυγός ακρίβειας δύο δεκαδικών

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Κανονικό διάλυμα διχρωμικού καλίου ($K_2Cr_2O_7$ 1N)
- Πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4 97%)
- Πυκνό φωσφορικό οξύ (H_3PO_4 85%)
- Δείκτης διφαινυλαμίνης
- Διάλυμα εναμμώνιου θειικού σιδήρου ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0.5N)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Τα δείγματα εδάφους κονιορτοποιήθηκαν σε γουδί και κοσκινίστηκαν με κόσκινο διαμέτρου οπών 0,2 χιλιοστών. Ζυγίστηκαν 0,5 γραμμάρια από το κάθε δείγμα και μεταφέρθηκαν ποσοτικά στην κωνική φιάλη, έτσι ώστε όλη η ποσότητα να πέσει στον πυθμένα της φιάλης και να μην κολλήσει στα τοιχώματα της. Προστέθηκαν 20 ml διχρωμικού καλίου 1 N και ακολούθησε ήπια ανάδευση με περιστροφική κίνηση. Ακολούθως προστέθηκαν 20 ml πυκνού θειικού οξέος με νέα ανάδευση για ένα λεπτό σε απαγωγό εστία, όπου τα δείγματα αφέθηκαν σε ηρεμία για τριάντα λεπτά. Μετά το πέρας των τριάντα λεπτών προστέθηκαν στις κωνικές φιάλες κατά σειρά 200 ml νερό, 10 ml πυκνού φωσφορικού οξέος και 2 ml δείκτης διφαινυλαμίνης.

Παράλληλα με την προετοιμασία των δειγμάτων παρασκευάστηκε και ένα τυφλό διάλυμα το οποίο περιείχε όλα τα προαναφερθέντα αντιδραστήρια, στις ίδιες ποσότητες και κανονικότητες, εκτός από το έδαφος. Ο σκοπός του τυφλού αυτού διαλύματος ήταν για τον έλεγχο της κανονικότητας του διαλύματος του δισθενούς σιδήρου.

Ακολούθησε η ογκομέτρηση πρώτα του τυφλού και έπειτα των δειγμάτων με το διάλυμα του εναμμώνιου θειικού σιδήρου.

Σημείωση: Προκειμένου να βρεθεί η ποσότητα του διχρωμικού καλίου που ήταν ικανή να αντιδράσει και να περισσέψει με τον οργανικό άνθρακα που περιείχαν τα δείγματα, κυρίως της Α' και Β' ζώνης, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με τροποποιήσεις στην ποσότητα του διχρωμικού που προτείνεται από την μέθοδο. Έτσι, κρίθηκε ως καταλληλότερη ποσότητα διχρωμικού καλίου, εκείνη των 20 ml.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

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

$$\text{Οργανική ουσία σε g εδάφους} = \frac{(V\tau - V\delta) \times N \times 0,3 \times 1,3 \times 1,724}{B}$$

Όπου:

$V\tau$ = Ο όγκος σε ml του διαλύματος εναμμώνιου θειικού σιδήρου 0,5 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση των 20 ml διχρωμικού καλίου 1N στο τυφλό διάλυμα.

$V\delta$ = Ο όγκος σε ml του διαλύματος εναμμώνιου θειικού σιδήρου 0,5 N που καταναλώθηκαν για την ογκομέτρηση της περίσσειας του διχρωμικού καλίου στο δείγμα.

B = Τα γραμμάρια του χρησιμοποιηθέντος εδάφους.

0,3 = Συντελεστής μετατροπής του 1 ml διχρωμικού καλίου 1N σε γραμμάρια άνθρακα %.

1,3 = Συντελεστής που αναφέρεται στο ποσοστό του άνθρακα της οργανικής ουσίας που οξειδώνεται με τη μέθοδο αυτή. Το ποσοστό του οργανικού άνθρακα το οποίο οξειδώνεται με τη μέθοδο αυτή είναι κατά μέσο όρο ίσο με 77%.

1,724 = Συντελεστής που αναφέρεται στη μετατροπή του ποσοστού του άνθρακα σε ποσοστό οργανικής ουσίας. Προκύπτει από τη παραδοχή ότι το ποσοστό του άνθρακα στις οργανικές ενώσεις του εδάφους είναι κατά μέσο όρο 58%.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΞΗΡΑΣ ΚΑΥΣΗΣ

Η μέθοδος της ξηράς καύσης είναι ένας άμεσος τρόπος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας του εδάφους. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην απώλεια βάρους του δείγματος με πύρωση σε υψηλή θερμοκρασία, με αποτέλεσμα την καταστροφή της οργανικής ουσίας που περιέχει. Προκειμένου να βρεθεί ο ιδανικός συνδυασμός, μεταξύ της θερμοκρασίας καύσης και της διάρκειας παραμονής των δειγμάτων στη θερμοκρασία αυτή, διεξάχθηκαν πολλά πειράματα. Έτσι, βρέθηκε ότι η καταλληλότερη θερμοκρασία είναι 400°C - 450°C και η διάρκεια παραμονής των δειγμάτων στη θερμοκρασία αυτή είναι δεκαέξι ώρες (Nelson and Sommers, Chapter 34, Sparks D.L., Methods of soil analysis 1996). Ο υπολογισμός της οργανικής ουσίας σε αυτές της συνθήκες είναι ο πιο αξιόπιστος διότι έχουμε την ελάχιστη απώλεια του προσροφημένου νερού από τα ορυκτά της αργίλου καθώς και την ελάχιστη διάσπαση των ανθρακικών ορυκτών του εδάφους, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι ανεπιθύμητες αυτές “παρενέργειες” δεν συμβαίνουν.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Χωνευτήρια πορσελάνης των 30 ml
- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας τεσσάρων δεκαδικών
- Ξηραντήρας κενού (CaCl₂)
- Φούρνος 120°C τύπου Memmet 854
- Φούρνος 1200°C τύπου KARL KOLB D 6072
- Μεταλλική λαβίδα
- Πορσελάνινο γουδί
- Κόσκινο διαμέτρου 0,2 mm

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Τα χωνευτήρια πορσελάνης τοποθετήθηκαν στο φούρνο και πυρώθηκαν στους 400°C επί δύο ώρες. Έπειτα τοποθετήθηκαν στον ξηραντήρα κενού και μετά την ψύξη τους ζυγίστηκαν σε αναλυτικό ζυγό (B_χ). Στη συνέχεια ποσότητα επαρκώς λειοτριβημένων δειγμάτων (περίπου 3 – 4 γραμμάρια) μεταφέρθηκε ποσοτικά στα προζυγισμένα χωνευτήρια (B_{χδ}) τα οποία στη συνέχεια θερμάνθηκαν σε φούρνο στους 105°C επί εικοσιτέσσερις ώρες. Μετά το πέρας των εικοσιτεσσάρων ωρών τα χωνευτήρια που περιείχαν τα δείγματα ψύχθηκαν στον ξηραντήρα κενού και ζυγίστηκαν στον αναλυτικό ζυγό (B_{χε}). Τα ζυγισμένα χωνευτήρια με τα περιεχόμενα σε αυτά δείγματα τοποθετήθηκαν στο φούρνο και έγινε η αποτέφρωση των δειγμάτων στους 400°C για δεκαέξι ώρες. Μετά το πέρας των δεκαέξι ωρών τα χωνευτήρια μεταφέρθηκαν στον ξηραντήρα κενού ψύχθηκαν και κατόπιν ζυγίστηκαν στον αναλυτικό ζυγό (B_{χτ}).

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Προκειμένου να υπολογιστεί το ποσοστό της οργανικής ουσίας με τη μέθοδο της ξηράς καύσης προηγήθηκαν οι εξής υπολογισμοί: α) Το βάρος ξηρού δείγματος (B₁₀₅) δι’ αφαιρέσεως (B_{χε} – B_χ) και β) Η τέφρα των δειγμάτων (B_τ) εκ της διαφοράς (B_{χτ}-B_χ). Ο υπολογισμός του ποσοστού οργανικής ουσίας γίνεται με βάση τον τύπο:

Παράλληλα με τους υπολογισμούς για την εύρεση του ποσοστού της οργανικής ουσίας υπολογίστηκε και το ποσοστό της υγρασίας των δειγμάτων με βάση τον τύπο:

$$\text{Οργανική ουσία σε g\% εδάφους} = [(B_{105} - B_{\tau}) / B_{105}] \times 100$$

$$\text{Υγρασία \%} = \frac{(B_{\chi\delta} - B_{\chi\varepsilon})}{(B_{\chi\delta} - B_{\chi})} \times 100$$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών, για την περιεκτικότητα των δειγμάτων σε οργανική ουσία, με τις δύο μεθόδους, ξηρά καύση στους 400°C και υγρά οξείδωση κατά Walkley-Black, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 3. Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί παρατίθεται η % υγρασία των δειγμάτων.

Πίνακας 3. Ποσοστό περιεκτικότητας σε οργανική ουσία (γραμμάρια %) 18 δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππων σύμφωνα με τη μέθοδο της υγρά οξείδωσης κατά Walkley-Black (W-B) και με την μέθοδο της ξηράς καύσης στους 400°C (Ξ.Κ. 400°C)

Δείγμα	W-B	Ξ.Κ. 400°C	Δείγμα	W-B	Ξ.Κ. 400°C
Αα30	15,46	19,14	Ββ60	20,91	24,13
Αα60	15,06	17,28	Βγ30	21,31	23,78
Αβ30	10,01	11,18	Βγ60	21,71	24,03
Αβ60	15,39	17,19	Γα30	2,48	3,88
Αγ30	15,46	16,76	Γα60	2,15	3,49
Αγ60	20,2	23,98	Γβ30	1,88	3,78
Βα30	17,07	22,11	Γβ60	1,94	3,32
Βα60	20,77	26,9	Γγ30	2,42	4,7
Ββ30	20,37	22,66	Γγ60	3,16	4,31

Πίνακας 4. Ποσοστό % περιεχόμενης υγρασίας 18 δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππων

Δείγμα	% υγρασία	Δείγμα	% υγρασία
Αα30	5,92	Ββ60	6,44
Αα60	5,5	Βγ30	6,39
Αβ30	5,96	Βγ60	6,48
Αβ60	6,93	Γα30	2,13
Αγ30	6,88	Γα60	2,20
Αγ60	8,35	Γβ30	2,48
Βα30	5,53	Γβ60	2,42
Βα60	7,12	Γγ30	3,19
Ββ30	5,89	Γγ60	3,09

ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ

Ως αναλύσεις γονιμότητας χαρακτηρίζονται εκείνες, με τη βοήθεια των οποίων υπολογίζονται οι διαθέσιμες ποσότητες όλων εκείνων των στοιχείων που συμμετέχουν στη θρέψη των φυτών και βρίσκονται στο έδαφος. Τα θρεπτικά αυτά στοιχεία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα μακροθρεπτικά τα οποία είναι: ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O₂), το υδρογόνο (H₂), το άζωτο (N₂), ο φώσφορος (P), το ασβέστιο (Ca), το θείο (S), το κάλιο (K) και το μαγνήσιο (Mg) και τα μικροθρεπτικά τα οποία είναι: το χλώριο (Cl), ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), το βόριο (B), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu) και το μολυβδαίνιο (Mo).

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κάλιο είναι ένα από τα κυριότερα μακροθρεπτικά στοιχεία του εδάφους και παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη και θρέψη των φυτών. Η ολική περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο κυμαίνεται μεταξύ 1-2%. Στο έδαφος το κάλιο απαντάται σε δύο μορφές: α) ανταλλάξιμο-υδατοδιαλυτό κάλιο, όπου είναι οι μορφές που αξιοποιούνται από τα φυτά για την ανάπτυξη τους. Η ανταλλάξιμη μορφή του καλίου βρίσκεται προσροφημένη στα κolloειδή τεμαχίδια του εδάφους, ενώ στην υδατοδιαλυτή του μορφή το κάλιο βρίσκεται με τη μορφή ιόντων στο εδαφικό διάλυμα. Οι ανταλλάξιμες μορφές καλίου αποτελούν το 1% του ολικού καλίου του εδάφους β) μη ανταλλάξιμο κάλιο είναι το κάλιο που δεν μπορεί να ανταλλαχθεί εύκολα από άλλα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος. Βρίσκεται σε ισορροπία με το ανταλλάξιμο και αποτελεί πηγή καλίου για τις καλλιέργειες μακροπρόθεσμα. Η μορφή αυτή καλίου αντιπροσωπεύει το 99% του ολικού καλίου που υπάρχει στο έδαφος.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΜΕΘΟΔΟΣ ΟΞΙΚΟΥ ΑΜΜΩΝΙΟΥ

Ο προσδιορισμός της ποσότητας του αφομοιώσιμου καλίου (ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό) γίνεται με την μέθοδο του οξικού αμμωνίου. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην ανταλλαγή του ανταλλάξιμου καλίου από το αμμώνιο, έπειτα από διαδοχικές ανακινήσεις του εδαφικού δείγματος. Κατά την εκχύλιση μαζί με το ανταλλάξιμο παραλαμβάνεται και το υδατοδιαλυτό, η ποσότητα του οποίου όμως είναι πολύ μικρή.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- I. Αναλυτικός ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών
- II. Σιφώνια
- III. Ογκομετρικές φιάλες των 100 ml
- IV. Χωνιά και ηθμοί Whatman N° 40
- V. Παλμικός ανακινήτης
- VI. Φυγόκεντρος
- VII. Φλογοφωτόμετρο Sherwood Flame Photometer 410 (**Εικόνα 7**)

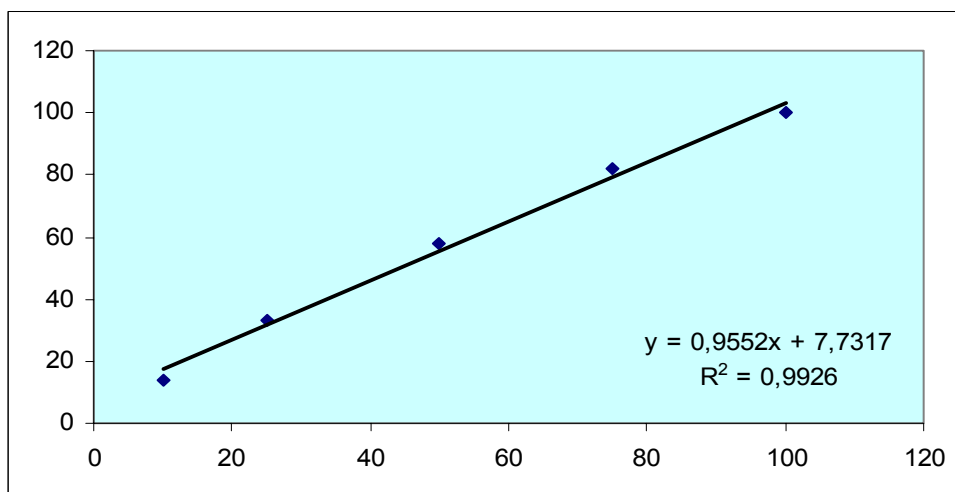
ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Κανονικό διάλυμα οξικού αμμωνίου ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1N) με $\text{pH} = 7$
- Διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης σε κάλιο (1000 ppm)
- Διαλύματα 10, 25, 50, 75 και 100 ppm καλίου (K^+)

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Ζυγίστηκαν 5 γραμμάρια εδάφους και μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε σωλήνα φυγόκεντρου των 50 ml, μαζί με 33 ml κανονικού διαλύματος οξικού αμμωνίου με $\text{pH} = 7$. Οι σωλήνες με το περιεχόμενο τους ανακινήθηκαν για 5 λεπτά, και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκαν στις 3000 στροφές για άλλα πέντε λεπτά. Έπειτα από τη φυγοκέντρωση το υπερκείμενο υγρό του κάθε σωλήνα διηθήθηκε με ηθμό Whatman N° 40 και συλλέχθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε άλλες δύο φορές για το κάθε δείγμα εδάφους και το συνολικό εκχύλισμα που συλλέχθηκε στις ογκομετρικές φιάλες αραιώθηκε στα 100 ml με κανονικό διάλυμα οξικού αμμωνίου. Ο προσδιορισμός του καλίου στα εκχυλίσματα έγινε με τη χρήση φλογοφωτομέτρου.

Η βαθμονόμηση του οργάνου έγινε με τη χρήση διαλυμάτων γνωστής περιεκτικότητας σε κάλιο στα 10, 25, 50, 75 και 100 ppm, με διαλύτη διάλυμα οξικού αμμωνίου σε ανάλογη αραιώση με εκείνη των μετρούμενων δειγμάτων. Ο μηδενισμός του έγινε με κανονικό διάλυμα οξικού αμμωνίου 1N.



Εικόνα 6. Καμπύλη βαθμονόμησης του Καλίου

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Σύμφωνα με την ένδειξη του φλογοφωτομέτρου και την καμπύλη βαθμονόμησης (**Εικόνα 6**) του βρέθηκε η περιεκτικότητα του κάθε δείγματος σε ppm καλίου στο εκχύλισμα, το τελικό όμως αποτέλεσμα εκφράζεται σε mg K⁺/100 g εδάφους. Έστω ότι προσδιορίστηκαν α ppm καλίου στο εκχύλισμα. Αυτό σημαίνει ότι: Στα 1.000.000 mg εκχυλίσματος υπάρχουν α mg καλίου

$$\gg 100.000 \text{ mg (100 ml εκχυλίσματος)} X = \frac{\alpha \times 100.000}{1.000.000} \text{ mg Καλίου}$$

Επειδή για την εκχύλιση χρησιμοποιήθηκαν 5 g εδάφους, όπου περιέχονται X mg καλίου, στα 100 g θα περιέχονται $(X \times 100)/5 = \beta$ mg καλίου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών, για την περιεκτικότητα των δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππων σε διαθέσιμο κάλιο, σε mg/100g εδάφους παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα

Πίνακας 5. Περιεκτικότητα διαθέσιμου καλίου (K⁺), σε mg/100g εδάφους, 18 δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππων σύμφωνα με τη μέθοδο του οξικού αμμωνίου.

Δείγμα	mg K ⁺ /100g εδάφους	Δείγμα	mg K ⁺ /100g εδάφους
Aα30	76,5962	Bβ60	23,105
Aα60	68,9546	Bγ30	25,0154
Aβ30	57,4922	Bγ60	36,4778
Aβ60	51,761	Γα30	30,7466
Aγ30	46,0298	Γα60	26,9258
Aγ60	88,0586	Γβ30	30,7466

Bα30	36,4778	Γβ60	28,8362
Bα60	32,657	Γγ30	28,8362
Bβ30	25,0154	Γγ60	26,9258

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σαν κρίσιμη τιμή του αφομοιώσιμου καλίου έχει οριστεί το $0,5 \text{ mmol}_e \text{ K}^+ / 100\text{g}$ εδάφους ($\approx 20 \text{ mg K}^+ / 100\text{g}$ εδάφους). Πολλοί ερευνητές όμως πιστεύουν ότι το όριο αυτό είναι πολύ χαμηλό και αντί αυτού συνιστούν το $1 \text{ mmol}_e \text{ K}^+ / 100\text{g}$ εδάφους. Σύμφωνα λοιπόν με τις τιμές αυτές τα εδάφη της Α ζώνης είναι υπερεπαρκή σε K^+ , της Β ζώνης είναι επαρκή σε K^+ και της Γ ζώνης είναι επαρκή σε K^+ . Άρα τα εδάφη της Α ζώνης είναι πάνω από την κρίσιμη τιμή και της Β και Γ ζώνης είναι κάτω από την κρίσιμη τιμή αλλά κοντά σε αυτή. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι η περιεκτικότητα σε K^+ των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππων βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα.



Εικόνα 7. Φλογοφωτόμετρο τύπου Sherwood Flame Photometer 410

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ α)ΟΛΙΚΩΝ ΚΑΙ β) ΑΦΟΜΟΙΩΣΙΜΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΧΑΛΚΟΥ (Cu), ΣΙΔΗΡΟΥ (Fe), ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ (Mn), ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ (Zn).

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η θρέψη είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την ανάπτυξη του φυτού. Προκειμένου να υπάρξει σωστή θρέψη θα πρέπει να διασφαλιστούν τα απαραίτητα στοιχεία όπως είναι το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία. Από τα θρεπτικά αυτά στοιχεία τα φυτά άλλα τα χρειάζονται σε μεγάλες ποσότητες (μακροθρεπτικά), ενώ άλλα σε μικρές ποσότητες (μικροθρεπτικά ή ιχνοστοιχεία). Τα μικροθρεπτικά, παρόλο, που είναι απαραίτητα στα φυτά σε πολύ μικρές ποσότητες ακόμα και σε ίχνη, η σημασία τους δεν παύει να είναι καθοριστική για την ανάπτυξή τους.

Ο εφοδιασμός του εδάφους με θρεπτικά στοιχεία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, φυσικούς ή τεχνητούς, όπως με την αποσάθρωση μητρικών πετρωμάτων και ορυκτών, με την αποσύνθεση οργανικών υπολειμμάτων, μέσω του ατμοσφαιρικού αέρα και τέλος με την προσθήκη χημικών λιπασμάτων. Όλες οι παραπάνω διεργασίες συμπεριλαμβάνονται στον κύκλο του κάθε στοιχείου (κύκλος N, κύκλος C, κύκλος P κ.τ.λ.). Με τις διεργασίες αυτές εμπλουτίζεται το εδαφικό διάλυμα με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και στη συνέχεια αυτά προσλαμβάνονται και από τα φυτά. Τα μικροθρεπτικά προέρχονται από διάφορες πηγές στο έδαφος και αξιοποιούνται από τα φυτά ανάλογα με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην κάθε περιοχή. Παρακάτω θα γίνει αναφορά για τα μικροθρεπτικά: χαλκός (Cu), σίδηρος (Fe), μαγγάνιο (Mn) και ψευδάργυρος (Zn) των οποίων υπολογίσθηκαν οι ολικές και αφομοιώσιμες ποσότητες, στα δείγματα εδάφους των Τεναγών των Φιλιππων.

Χαλκός Cu: Ο χαλκός είναι ένα στοιχείο το οποίο δεν παρουσιάζει μεγάλη κινητικότητα. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται είναι ο χαλκοπυρίτης (CuFeS_2), ο θειούχος χαλκός (Cu_2S), το οξειδίο του χαλκού (CuO_2) και ο μαλαχίτης [$\text{Cu}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$]. Η διαθέσιμη προς τα φυτά μορφή χαλκού στο εδαφικό διάλυμα είναι η δισθενής του μορφή (Cu^{+2}). Η ολική περιεκτικότητα των εδαφών σε χαλκό κυμαίνεται από 2-100 mg/Kg, με μέση τιμή 18 mg/Kg, (Istvan Pais J. Benton jones, Jr.) ενώ η υδατοδιαλυτή μορφή που περιέχουν τα εδάφη είναι μικρότερη από 1μg/L (3 – 135 μg/L). Ο χαλκός εύκολα δημιουργεί ιζήματα με οργανικές αλλά και ανόργανες ουσίες σε διάφορες τιμές pH. Όσον αφορά την αλληλεπίδραση του με άλλα στοιχεία αναφέρεται ότι παρεμποδίζει την πρόσληψη σιδήρου από τα φυτά και προκαλεί χλώρωση. Επίσης αλληλεπιδρά με το μολυβδαίνιο και παρεμποδίζει την ενζυμική αναγωγή των νιτρικών.

Σίδηρος Fe: Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται ο σίδηρος στο έδαφος είναι ο αιματίτης (Fe_2O_3), ο μαγνητίτης (Fe_3O_4) και ο σιδερίτης (FeCO_3). Στα εδάφη ο σίδηρος υπάρχει ως οξειδίο, υδροξειδίο και συμμετέχει σε χηλικές ενώσεις της οργανικής ουσίας. Η σχέση της περιεκτικότητας του εδάφους σε σίδηρο με το pH, στο εδαφικό διάλυμα, είναι αντιστρόφως ανάλογη, όσο υψηλότερο είναι το pH τόσο

χαμηλότερη είναι η περιεκτικότητα του εδάφους σε σίδηρο. Η ολική περιεκτικότητα των εδαφών σε σίδηρο κυμαίνεται στα 38 g/Kg και στην υδατοδιαλυτή του μορφή σε πάστα κορεσμού είναι 50 µg/L, ενώ σε συνήθους pH βρίσκεται μεταξύ 30 – 550 µg/L. Οι αφομοιώσιμες μορφές σιδήρου στο έδαφος είναι ο τρισθενής (Fe^{+3}), ο δισθενής (Fe^{+2}) και τέλος ο χηλικός σίδηρος (Alina Kabata-Pendias Henryk Pendias). Κάτω από αναερόβιες συνθήκες ο τρισθενής σίδηρος ανάγεται σε δισθενή και έτσι αυξάνεται σημαντικά η διαθεσιμότητα του στο έδαφος. Στην περίπτωση, όμως, των όξινων εδαφών υπάρχει πιθανότητα να προκληθεί τοξικότητα σιδήρου. Το άζωτο τονίζει την έλλειψη σιδήρου στα φυτά και οι υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου τον επηρεάζουν δυσμενώς.

Μαγγάνιο Mn: Το μαγγάνιο είναι ένα από τα ιχνοστοιχεία που βρίσκονται σε αφθονία στη λιθόσφαιρα. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται τα μαγγάνιο είναι ο πυρολουσίτης (MnO_2), ο κρυπτομελίτης ($\text{KMn}_8\text{O}_{16}$) και ο μαγγανίτης [$\text{MnO}(\text{OH})$]. Η ολική περιεκτικότητα των εδαφών σε μαγγάνιο κυμαίνεται από 200 – 3000 mg/Kg με μέση τιμή 500 mg/Kg, ενώ η ποσότητα της υδατοδιαλυτής του μορφής στην πάστα κορεσμού είναι 170 µg/L, με διακύμανση 25 – 2200 µg/L. Η διαλυτότητά του εξαρτάται από το pH καθώς επίσης και από το δυναμικό οξειδοαναγωγής. Η διαθεσιμότητα του μαγγανίου αυξάνεται σημαντικά με την μείωση του pH στο έδαφος, όπως και με την παρουσία οργανικών υπολειμμάτων για ουδέτερα έως αλκαλικά εδάφη. Το μαγγάνιο είναι αφομοιώσιμο από τα φυτά με τη δισθενή του μορφή. Αλληλεπιδράσεις του με άλλα στοιχεία δεν έχουν αναφερθεί.

Ψευδάργυρος Zn: Ο ψευδάργυρος είναι ομοιόμορφα κατανομημένος στα εδάφη και προσροφάτε εύκολα από τα οργανικά και τα ανόργανα συστατικά. Οι συνήθεις ανόργανες μορφές με τις οποίες απαντάται ο ψευδάργυρος είναι ο σφαλερίτης (ZnS) και ο σμιθσονίτης (ZnCO_3). Η αφομοιώσιμη μορφή του από τα φυτά είναι αυτή του δισθενούς ανταλλάξιμου και οργανικού ψευδαργύρου. Ο ψευδάργυρος θεωρείται το πιο ευδιάλυτο από τα βαρέα μέταλλα και η αφομοιωσιμότητά του αυξάνεται όταν μειώνεται η τιμή του pH του εδάφους. Υπάρχουν, επίσης, αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ψευδαργύρου και του φωσφόρου όπου όταν οι ποσότητες του τελευταίου είναι υψηλές μειώνεται η αφομοιωσιμότητα του ψευδαργύρου. Επίσης, οι υψηλές ποσότητες ψευδαργύρου προκαλούν ελλείψεις σιδήρου κυρίως σε ευαίσθητα φυτά. Η ολική περιεκτικότητα του ψευδαργύρου στα εδάφη είναι 10 – 300 mg/Kg, ενώ στην υδατοδιαλυτή του μορφή βρίσκεται σε ποσότητες 4 – 270 µg/Kg.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ο προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των μικροθρεπτικών χαλκού (Cu) ψευδαργύρου (Zn), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) έγινε με την εκχύλιση των 18 δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππών με εφαρμογή της μεθόδου του νιτρικού οξέως (HNO_3), (Sposito et al, 1978, Beckelt, 1989). Η μέθοδος στηρίζεται στη διάσπαση των ενώσεων του εδάφους και την απελευθέρωση των μικροθρεπτικών στο διάλυμα.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Κωνικές φιάλες των 200 ml
- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών
- Κόσκινο διαμέτρου 1 mm
- Σιφώνια πλήρωσεως των 25 ml
- Πλάκα θερμάνσεως (αμμόλουτρο), (Εικόνα 8)

- Χωνιά διηθήσεως και ηθμοί Whatman N° 40
- Ογκομετρικές φιάλες των 50 ml
- Ατομική απορρόφηση (Εικόνα 9)

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Διάλυμα νιτρικού οξέως (HNO₃) 4M

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Δείγματα εδάφους 2 γραμμαρίων επαρκώς λειοτριβημένα μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε κωνικές φιάλες των 200 ml και προστέθηκαν 25 ml νιτρικού οξέως (HNO₃) 4M. Οι κωνικές φιάλες τοποθετήθηκαν σε πλάκα θερμάνσεως (αμμόλουτρο) στην απαγωγό εστία και θερμάνθηκαν στους 80°C για δεκαέξι ώρες. Στο λαιμό της κάθε κωνικής φιάλης τοποθετήθηκε χωνί διηθήσεως ώστε η πέψη να γίνεται, όσο το δυνατόν υπό σταθερό όγκο. Έπειτα από το πέρας των 16 ωρών τα αιωρήματα διηθήθηκαν, με ηθμό Whatman N° 40, σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml. Τέλος, έγινε ο προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των τεσσάρων μικροθρεπτικών σε όργανο ατομικής απορρόφησης.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Για τον υπολογισμό των ολικών ποσοτήτων των μικροθρεπτικών Cu, Fe, Zn και Mn, με την ατομική απορρόφηση, λήφθηκαν πρώτα υπόψη οι αραιώσεις οι οποίες έγιναν στα εκχυλίσματα των 18 δειγμάτων των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππών. Έστω ότι α ήταν ο συντελεστής αραιώσεως και β η ένδειξη του οργάνου σε ppm. Έτσι έχουμε: α x β = ppm στοιχείου στο εκχύλισμα. Επομένως:

Στα 1.000.000 mg έχουμε α x β mg στοιχείου

Στα 50.000 mg έχουμε $X = \frac{\alpha \times \beta \times 50.000}{1.000.000}$ mg στα 50 ml εκχυλίσματος

Στα 10.000 mg εδάφους έχουμε X mg

Στα 1.000.000 mg εδάφους έχουμε $\Psi = \frac{X \times 1.000.000}{10.000}$ mg στοιχείου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών, για την περιεκτικότητα των δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππών, όσον αφορά τις ολικές ποσότητες των μικροθρεπτικών χαλκού (Cu), ψευδαργύρου (Zn), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe), παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Ολικές ποσότητες των μικροθρεπτικών χαλκού (Cu), ψευδαργύρου (Zn), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) σε 18 δείγματα των εδαφών των Τεναγών των Φιλίππων.

Δείγμα	ppm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm Fe
Aα30	480	81,75	29,25	17,155
Aα60	440	104	27	17,345
Aβ30	230	84	31,25	19,745
Aβ60	267,5	107	30,75	19,140
Aγ30	260	97,75	28	18,020
Aγ60	310	67,25	24,25	19,390
Bα30	1295	75,75	15	23,195
Bα60	1037,5	87,25	16,5	20,780
Bβ30	1175	52	14,5	13,165
Bβ60	970	47,75	13,25	12,345
Bγ30	650	60	18,5	12,085
Bγ60	847,5	59,75	20	11,690
Γα30	1192,5	124	55,75	24,855
Γα60	877,5	108,25	55,75	24,425
Γβ30	1155,5	142,25	60,25	31,840
Γβ60	1230	137,75	59,5	31,525
Γγ30	1222,5	143,25	69	33,160
Γγ60	1162,5	137,75	65,25	31,455



Εικόνα 8. Πλάκα θερμάνσεως-αμμόλουτρο

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ο προσδιορισμός των αφομοιώσιμων ποσοτήτων των μικροθρεπτικών χαλκού (Cu), ψευδαργύρου (Zn), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) έγινε με την εκχύλιση 18 δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππών με την εφαρμογή των μεθόδων DTPA-TEA όταν πρόκειται για μη ασβεστούχα εδάφη (Lindsay, Norvell 1969 , 1978) και DTPA-AB όταν πρόκειται για ασβεστούχα εδάφη (Soltanpour, Schwad, 1977).

ΜΕΘΟΔΟΣ DTPA-TEA (ΔΙΑΙΘΥΛΟΤΡΙΑΜΙΝΟΠΕΝΤΑΟΞΙΚΟ-ΟΞΥΤΡΙΑΙΘΥΝΟΛΑΜΙΝΗ)

Το DTPA επιλέχθηκε για τη μέθοδο αυτή διότι έχει τη μεγαλύτερη χημική σταθερότητα με τα σύμπλοκα χαλκού, σιδήρου, μαγγανίου και ψευδαργύρου. Το μόριο του DTPA σχηματίζει υδατοδιαλυτές σύμπλοκες ενώσεις με τον χαλκό και τον ψευδάργυρο και με αυτόν τον τρόπο μειώνει τις δραστηριότητες των κατιόντων αυτών στο εδαφικό διάλυμα. Το σύνολο των χηλικών ενώσεων του χαλκού και του ψευδαργύρου που συσσωρεύεται στα διάλυμα κατά την εκχύλιση είναι συνάρτηση των δραστηριοτήτων των ιόντων Cu^{+2} και Zn^{+2} στο εδαφικό διάλυμα και της ικανότητας του εδάφους να εφοδιάζεται με τα στοιχεία αυτά. Δεδομένου ότι η έλλειψη του ψευδαργύρου είναι διαδεδομένη σε ασβεστούχα εδάφη, το εκχυλιστικό μέσο σχεδιάστηκε έτσι ώστε να αποφευχθεί υπερβολική διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου που αυτό θα συνεπαγόταν την απελευθέρωση του δεσμευμένου ψευδαργύρου από αυτό. Αυτή η προφύλαξη είναι απαραίτητη διότι ο δεσμευμένος χαλκός ή ψευδάργυρος από το ανθρακικό ασβέστιο υπό κανονικές συνθήκες δεν είναι αφομοιώσιμες από τις ρίζες των φυτών. Η υπερβολική αυτή διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου αποτρέπεται με το να προστεθεί στο εκχυλιστικό διάλυμα, διαλυτό ιόν Ca^{+2} με τη μορφή CaCl_2 , καθώς επίσης και με τη ρύθμιση του pH, στο 7,3 με τη χρήση υδροχλωρικού οξέως και με την προσθήκη τριαιθυνολαμίνης (TEA) $[(\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{N}]$.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Αναλυτικός ζυγός ακριβείας δύο δεκαδικών
- Κόσκινο διαμέτρου 1 mm
- Κωνικές φιάλες των 150 ml
- Χωνιά
- Ηθμοί Whatman N° 40
- Σιφόνια πλήρωσεως των 20 ml
- Ογκομετρικές φιάλες των 50 ml

- Περιστροφικός αναδευτήρας
- Πεχάμετρο (**Εικόνα 4**)
- Ατομική απορρόφηση τύπου Perkin elmer 2100

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Η μέθοδος DTPA-TEA εφαρμόστηκε μόνο για τα δείγματα εδάφους της Α΄ ζώνης των Τεναγών των Φιλιππων, διότι τα εδάφη της ζώνης αυτής είναι μη ασβεστούχα. Για να επιτευχθούν όσο το δυνατό καλύτερα αποτελέσματα τα δείγματα εδάφους κοσκινίστηκαν με κόσκινο διαμέτρου 1 mm. Ζυγίστηκαν 10 γραμμάρια εδάφους από το κάθε δείγμα και μεταφέρθηκαν ποσοτικά στις κωνικές φιάλες των 150 ml. Κατόπιν προστέθηκε το εκχυλιστικό διάλυμα DTPA-TEA σε ποσότητα 20 ml. Ακολούθησε ανάδευση των φιαλών με το περιεχόμενο τους, σε περιστροφικό αναδευτήρα, για δύο ώρες. Στη συνέχεια τα δείγματα διηθήθηκαν με ηθμό Whatman N° 40, το διήθημα συλλέχθηκε σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml. Τέλος η μέτρηση για την εύρεση της περιεκτικότητας των αφομοιώσιμων ποσοτήτων των τεσσάρων μικροθρεπτικών (Cu, Fe, Zn και Mn), για τα 6 δείγματα της Α΄ ζώνης, έγινε σε συσκευή ατομικής απορρόφησης.

ΜΕΘΟΔΟΣ DTPA-AB (ΔΙΑΙΘΥΛΟΤΡΙΑΜΙΝΟΠΕΝΤΑΟΞΙΚΟ-ΟΞΥΟΞΙΝΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΜΜΩΝΙΟ)

Η μέθοδος DTPA-AB αναπτύχθηκε για να προσδιορίσει τα επίπεδα των διαθέσιμων μικροθρεπτικών χαλκού, σιδήρου, μαγγανίου και ψευδαργύρου σε ουδέτερα και ασβεστούχα εδάφη. Όπως ακριβώς με την μέθοδο DTPA-TEA έτσι και σε αυτήν το εκχυλιστικό διάλυμα περιέχει DTPA και είναι αλκαλικό. Το εκχυλιστικό διάλυμα στη μέθοδο αυτή περιέχει υδατοδιαλυτό HCO_3 με την μορφή NH_4HCO_3 και το pH του καθορίζεται στο 7,6 με την προσθήκη NH_4OH . Η σύνθεση του εκχυλιστικού διαλύματος γίνεται με αυτόν τον τρόπο ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική διάλυση του ανθρακικού ασβεστίου για τους ίδιους λόγους που αναφέρθηκαν και στην μέθοδο DTPA-TEA.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΑ

- Αναλυτικός ζυγός ακρίβειας δύο δεκαδικών
- Κόσκινο διαμέτρου 2 mm
- Κωνικές φιάλες των 200 ml
- Χωνιά
- Ηθμοί Whatman N° 40
- Σιφόνια πλήρωσεως των 20 ml
- Ογκομετρικές φιάλες των 50 ml
- Περιστροφικός αναδευτήρας
- Πεχάμετρο
- Ατομική απορρόφηση τύπου Perkin elmer 2100 (**Εικόνα 7**)

ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

- Διάλυμα DTPA 0,005 M
- Διάλυμα όξινου ανθρακικού αμμωνίου (NH_4HCO_3)
- Διάλυμα υδροξειδίου του αμμωνίου (NH_4OH)
- Διάλυμα υδροχλωρικού οξέως (HCl) 1N

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Η μέθοδος DTPA-AB εφαρμόστηκε μόνο για τα δείγματα εδάφους της β' ζώνης και Γ' ζώνης των Τεναγών των Φιλιππών, διότι τα εδάφη αυτά είναι ασβεστούχα.

Ακολουθώντας τη μεθοδολογία της DTPA-AB εφαρμόστηκαν τα παρακάτω.

Επαρκώς λειοτριβημένα αεροξηραχθέντα δείγματα των 10 γραμμαρίων μεταφέρθηκαν ποσοτικά σε κωνικές φιάλες των 200 ml. Έπειτα προστέθηκαν 20 ml από το εκχυλιστικό διάλυμα DTPA-AB και ακολούθησε περιστροφική ανάδευση για δεκαπέντε λεπτά. Κατόπιν το εκχύλισμα του κάθε δείγματος διηθήθηκε, με ηθμό Whatman No 40, και τα διηθήματα συλλέχθηκαν σε ογκομετρικές φιάλες των 50 ml. Τέλος η μέτρηση για την εύρεση της περιεκτικότητας των αφομοιώσιμων ποσοτήτων των τεσσάρων μικροθρεπτικών (Cu, Fe, Zn και Mn) για τα δείγματα της Β' και Γ' ζώνης, έγινε σε συσκευή ατομικής απορρόφησης.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Για τον υπολογισμό των αφομοιώσιμων ποσοτήτων των ιχνοστοιχείων Cu, Fe, Zn και Mn, με την ατομική απορρόφηση, λήφθηκαν πρώτα οι αραιώσεις οι οποίες έγιναν στα εκχυλίσματα των 18 δειγμάτων των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππών.

Έστω ότι α ήταν ο συντελεστής αραιώσεως και β η ένδειξη του οργάνου σε ppm. Έτσι έχουμε: $\alpha \times \beta = \text{ppm}$ στοιχείου στο εκχύλισμα. Επομένως:

Στα 1.000.000 mg έχουμε $\alpha \times \beta$ mg στοιχείου

Στα 50.000 mg έχουμε $X = \frac{\alpha \times \beta \times 50.000}{1.000.000}$ mg στα 50 ml εκχυλίσματος

Στα 10.000 mg εδάφους έχουμε X mg

Στα 1.000.000 mg εδάφους έχουμε $\Psi = \frac{X \times 1.000.000}{10.000}$ mg στοιχείου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

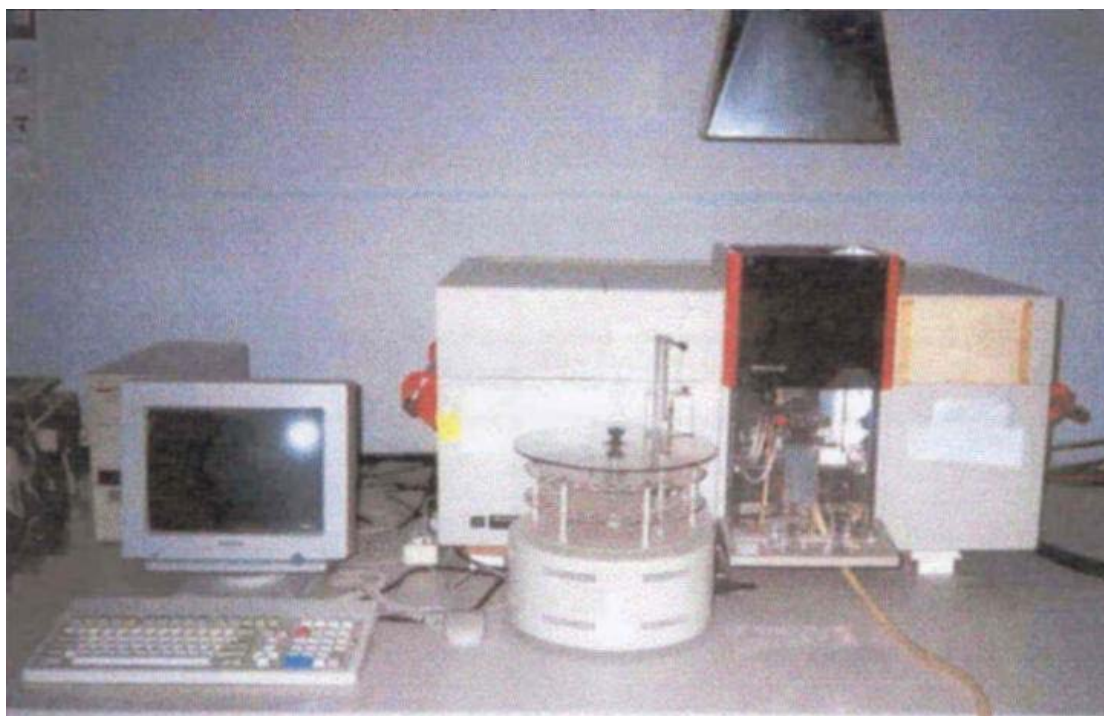
Τα αποτελέσματα των υπολογισμών, για την περιεκτικότητα των δειγμάτων εδάφους των Τεναγών των Φιλιππών, όσον αφορά τις ποσότητες των αφομοιώσιμων μορφών των μικροθρεπτικών χαλκού (Cu), ψευδαργύρου (Zn), μαγγανίου (Mn) και σιδήρου (Fe) παρουσιάζονται στον Πίνακα 7, για την μέθοδο DTPA-TEA και στον Πίνακα 8, για την μέθοδο DTPA-AB.

Πίνακας 7. Ποσότητες των αφομοιώσιμων ιχνοστοιχείων Χαλκού (Cu), Ψευδαργύρου (Zn), Μαγγανίου (Mn) και Σιδήρου (Fe) σε δείγματα της Α' ζώνης των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππών.

Δείγμα	ppm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm Fe
Aα30	16,65	12,3	13,55	211,55
Aα60	14,6	17,35	13,5	218,9
Aβ30	9,2	11,6	6,7	196,85
Aβ60	9,9	8,35	5,75	168,8
Aγ30	11,8	7,6	5,95	193,25
Aγ60	8,75	7,65	4,05	213,5

Πίνακας 8. Ποσότητες των αφομοιώσιμων μικροθρεπτικών Χαλκού (Cu), Ψευδαργύρου (Zn), Μαγγανίου (Mn) και Σιδήρου (Fe) σε δείγματα της Β' και Γ' ζώνης των εδαφών των Τεναγών των Φιλιππών.

Δείγμα	ppm Mn	ppm Zn	ppm Cu	ppm Fe
Bα30	35,65	10,55	2,4	219
Bα60	22,2	8	2,9	272,6
Bβ30	27,8	13,85	1,75	227,5
Bβ60	18,65	7,85	1,45	209
Bγ30	11,3	9,9	2,85	269,3
Bγ60	14,15	11,95	2,85	280,9
Γα30	17,4	9,85	9,5	28,15
Γα60	10,85	6,5	7,35	35,1
Γβ30	17,35	9,3	8,9	37
Γβ60	9,55	12,65	10	38,1
Γγ30	14,45	7,9	8,55	39,9
Γγ60	9,8	17,25	9,4	49,55



Εικόνα 9. Ατομική απορρόφηση τύπου Perkin elmer 2100

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 6, όσον αφορά τις ολικές ποσότητες των μικροθρεπτικών, (Χαλκού, Σιδήρου, Μαγγάνιου και Ψευδαργύρου), προκύπτει ότι, οι τιμές τους βρίσκονται εντός των ορίων (Istvan Pais J. Benton Jones, Jr.).

Πίνακας 9. Ολικές ποσότητες των μικροθρεπτικών στα εδάφη.

Μικροθρεπτικά	Ολικές ποσότητες
Χαλκός Cu	2-100 mg/Kg
Σίδηρος Fe	38 g/Kg
Μαγγάνιο Mn	200-3000 mg/Kg
Ψευδάργυρος Zn	10-300 mg/Kg

Σύμφωνα με την κατάταξη των εδαφών, του Εδαφολογικού Ινστιτούτου Θεσσαλονίκης, ανάλογα με τη περιεκτικότητά τους σε αφομοιώσιμες ποσότητες των μικροθρεπτικών παρουσιάζονται οι παρακάτω οριακές τιμές και ο χαρακτηρισμός ο οποίος δίδεται στο έδαφος.

Πίνακας 10. Οριακές τιμές των καλλιεργούμενων εδαφών σε διαθέσιμο Ψευδάργυρο.

Χαρακτηρισμός	Περιεκτικότητα εδάφους σε ppm
Ανεπαρκής	0-1
Επαρκής	1,1-20

Υπερεπαρκής	>21
-------------	-----

Πίνακας 11. Οριακές τιμές των καλλιεργούμενων εδαφών σε διαθέσιμο Μαγγάνιο

Χαρακτηρισμός	Περιεκτικότητα εδάφους σε ppm
Πολύ χαμηλή	0-5
Ανεπαρκής	6-14
Επαρκής	15-29
Πολύ επαρκής	30-50
Υπερεπαρκής	>50

Πίνακας 12. Οριακές τιμές των καλλιεργούμενων εδαφών σε διαθέσιμο σίδηρο

Χαρακτηρισμός	Περιεκτικότητα εδάφους σε ppm
Πολύ χαμηλή	0-3
Ανεπαρκής	4-11
Επαρκής	12-24
Πολύ επαρκής	25-50
Υπερεπαρκής	>50

Πίνακας 13. Οριακές τιμές των καλλιεργούμενων εδαφών σε διαθέσιμο Χαλκό

Χαρακτηρισμός	Περιεκτικότητα εδάφους σε ppm
Πολύ χαμηλή	<0,3
Ανεπαρκής	0,3-0,8
Επαρκής	0,9-1,5
Υπερεπαρκής	1,6-3,0

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα του Εδαφολογικού Ινστιτούτου Θεσσαλονίκης με εκείνα των Πινάκων 7 και 8, παρατηρούμε ότι στα εδάφη της πρώτης ζώνης, (Πίνακας 7), το αφομοιώσιμο Μαγγάνιο βρίσκεται σε ανεπαρκή έως επαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Ψευδάργυρος βρίσκεται σε επαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Χαλκός βρίσκεται σε υπερεπαρκή ποσότητα και τέλος ο αφομοιώσιμος Σίδηρος βρίσκεται επίσης σε υπερεπαρκή ποσότητα. Στα εδάφη της δεύτερης ζώνης, (Πίνακας 8), το αφομοιώσιμο Μαγγάνιο βρίσκεται σε επαρκή έως πολύ επαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Ψευδάργυρος βρίσκεται σε επαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Χαλκός βρίσκεται σε επαρκή έως υπερεπαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Σίδηρος βρίσκεται σε υπερεπαρκή ποσότητα. Στα εδάφη της τρίτης ζώνης, (Πίνακας 8), το αφομοιώσιμο Μαγγάνιο βρίσκεται σε ανεπαρκή έως επαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Ψευδάργυρος βρίσκεται σε επαρκή ποσότητα, ο αφομοιώσιμος Χαλκός βρίσκεται σε υπερεπαρκή ποσότητα και ο αφομοιώσιμος Σίδηρος βρίσκεται σε πολύ επαρκή ποσότητα.

ΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αποστολίδης, Γ. 1982. Τα Τενάγη των Φιλίππων και το ιστορικό της “αξιοποίησης” τους. Διήμερο για το πρόβλημα αξιοποίησης της πεδιάδας Φιλίππων Καββάλας. Θεσσαλονίκη 29-30/11/1982.
2. Γκατζιάνας, Α., Σφήκας Α 1982. Εντατική γεωργία στα οργανικά εδάφη. ΓΕΩΤ.Ε.Ε. Διήμερο για το πρόβλημα αξιοποίησης της πεδιάδας Φιλίππων Καββάλας. Θεσσαλονίκη 29-30/11/1982.
3. Economopoulos J., Spiliotis G. 1972. The Philippi peat deposit of the northeastern Greece. The proceeding of the forth-international peat congress. Otaniemi, Finland, June 25-30/1972.
4. Grontmij, 1961. Soil Conditions and subsidence of the Tenagi Philippon Greece. De Bilt, Netherlands. 52.
5. Hood, T. M., Benton, J. J. Jr. 1997. Soil and Plant Analysis in Sustainable Agriculture and Environment. Marcel Dekker, Inc, Florida.
6. Θεοφανίδης, Σ. 1982. Η καύση της τύρφης των Φιλίππων: Μια εθνικής μωπίας. ΓΕΩΤ.Ε.Ε.: Διήμερο για το πρόβλημα της αξιοποίησης της πεδιάδας των Φιλίππων Καβάλας. Θεσσαλονίκη 29-30/11/1982.
7. Istvan Pais, J. Benton Jones, Jr 1997. The Handbook of Trace Elements. St. Lucie Press, Florida.
8. Κουκουλάκης, Π. Χ., Σιμωνής Α.Δ., Γκέρτσης Α.Κ. 2000.Οργανική ουσία του εδάφους το πρόβλημα των ελληνικών εδαφών. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα.
9. Kabata-Pendias A., Pendias H. 1992. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Florida. 2nd Edition.
10. Μήτσιος, Ι.Κ. 1999.Εδαφολογία. Εκδόσεις Ζυμελ, Αθήνα.
11. Πολυζόπουλος, Ν. 1982. Τα οργανικά εδάφη από εδαφολογικά σκοπιά. ΓΕΩΤΕ.Ε.Ε. Διήμερο για το πρόβλημα της αξιοποίησης της πεδιάδας των Φιλίππων Καβάλας. Θεσσαλονίκη 29-30/11/1982.
12. Σταυρούλιας, Π. 1994. Τα Τενάγη των Φιλίππων. Σημειώσεις υπό έκδοση.
13. Σινάνης, Κ. 1997. Σημειώσεις Εδαφολογίας. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου, Ηράκλειο.
14. Σινάνης, Κ. 1997. Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου, Ηράκλειο.
15. Sparks, D.L. 1996. Methods of Soil Analysis Part 3-Chemical Methods.p. 961-1011 Soil Science Society of America, Inc, Wisconsin. Book Series: 5
16. Steward, B. A. 1991. Advances in Soil Science. Springer-Verlag, New York. Volume 16. 240.