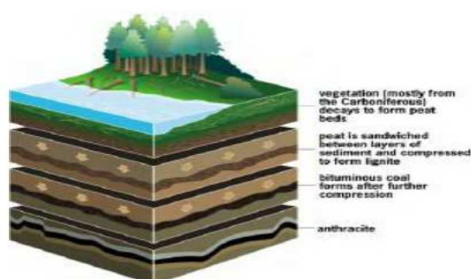




ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΧΡΗΣΗ ΤΥΡΦΗΣ ΚΑΙ ΛΙΓΝΙΤΗ ΓΙΑ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΚΑΙ
ΟΡΓΑΝΟΧΟΥΜΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ**



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ ΕΛΕΝΗ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΓΚΕΚΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ (επιβλέπων καθηγητής)
ΠΑΣΣΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (συνεπιβλέπων)
ΚΑΡΑΤΖΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΧΑΝΙΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αναγνωρίζοντας την πολύτιμη βοήθεια όλων όσων συνεργάστηκαν, στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας, θα ήθελα μέσα από τις επόμενες γραμμές να τους **ευχαριστήσω θερμότατα**, για τη στήριξη και τη συμπαράσταση τους.

Τον καθηγητή κύριο Γκέκα Βασίλειο, για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας και για την υποστήριξη του κατά τη διάρκεια εκπόνησής της.

Τους κυρίους κυρίους καθηγητές και μέλη της εξεταστικής επιτροπής, Καρατζά Γεώργιο και Πασσά Νικόλαο, για τις συμβουλές και παρατηρήσεις τους.

Το ΙΓΜΕ, για τις τεχνικές εκθέσεις που μου παραχώρησε, καθώς και την κυρία Κασσιανή Παπανικολάου, διευθύντρια του ΙΓΜΕ Ρεθύμνου όπως επίσης και τον κύριο Κίμων Χρηστάνη καθηγητή στο τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών, για το συγγραφικό και ερευνητικό έργο που μου διέθεσαν για την εκτέλεση της παρούσης εργασίας.

Τέλος, να μην παραλείψω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αγάπη, την υποστήριξη και την κατανόηση που μου παρείχαν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσης εργασίας, ήταν η εξέταση Ελληνικών λιγνιτών και τυρφών για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων και μάλιστα, η διαπίστωση των βασικών φυσικών και χημικών ιδιοτήτων, των πρώτων υλών, που είναι καθοριστικές για την ποιότητα των προϊόντων. Γενικότερα, αποτελεί έναν οδηγό για το πώς μπορεί να γίνει η αναγνώριση και καταγραφή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των γαιανθράκων, σε σχέση με τη καταλληλότητά τους για χρήση ως εδαφοβελτιωτικά και για την παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων, έτσι ώστε να παραχθούν προϊόντα που βελτιώνουν την ισορροπία και την υγεία των φυτών, κρατώντας την παραγωγικότητα σε υψηλά επίπεδα.

Αφορμή για την παρούσα εργασία αποτέλεσε η μεγάλη σημασία των οργανογενών πρώτων υλών του ελλαδικού χώρου, (τύρφη, λιγνίτης) για την εγχώρια οικονομία και το γεγονός ότι ο αριθμός των αναξιοποίητων κοιτασμάτων είναι μεγάλος και θα μπορούσε να αξιοποιηθεί, όχι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά σε ποικίλες εξωηλεκτρικές χρήσεις και μάλιστα για τη μέριμνα και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Στο κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται ο σκοπός αυτής της εργασίας και γίνεται εισαγωγή στο προαναφερόμενο θέμα.

Στο κεφάλαιο 2 αναλύεται ο τρόπος σχηματισμού των γαιανθράκων, οι κατηγορίες του, τα αποθέματα τους, καθώς και οι χρήσεις συγκεκριμένα της τύρφης και του λιγνίτη.

Στο κεφάλαιο 3 γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην παραγωγή λιπασμάτων (συμβατικών και μη). Περιγράφεται η διαδικασία της κομποστοποίησης, τα πλεονεκτήματα των τυρφοκομπόστ, καθώς και οι προδιαγραφές ποιότητας των κομπόστ.

Στο κεφάλαιο 4 περιγράφεται ο τρόπος χαρακτηρισμού διαφόρων τύπων λιγνίτη και τύρφης για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων.

Στο κεφάλαιο 5 γίνεται η εκτίμηση αποτελεσμάτων μεθοδολογίας και σχολιασμός των αποτελεσμάτων των μεθοδολογιών, ανάλογα με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν.

Τέλος **στο κεφάλαιο 6** παρατίθενται τα συμπεράσματα και οι προτάσεις.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Σχηματισμός και κατηγορίες γαιανθράκων

2.1 Συνθήκες σχηματισμού – Προϋποθέσεις.....	7
2.2 Κατηγορίες γαιανθράκων.....	9
2.3 Αποθέματα λιγνίτη και τύρφης.....	15
2.4 Οργανογενείς πρώτες ύλες και οι χρήσεις τους.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ3 Εδαφοβελτιωτικά-οργανοχουμικά λιπάσματα

3.1 Ιστορική αναδρομή –χρήση λιπασμάτων.....	18
3.2 Κατάσταση στην Ελλάδα.....	19
3.3 Λιπάσματα.....	19
3.4 Οργανική λίπανση.....	21
3.5 Οργανικά Λιπάσματα στην Ελλάδα	26
3.6 Κομποστοποίηση.....	27
3.7 Κομπόστ από διάφορα υλικά.....	28
3.8 Τυρφοκομπόστ-πλεονεκτήματα.....	29
3.9 Τα κομπόστ ως συστατικά υποστρωμάτων ανάπτυξης εκτός εδάφους καλλιεργειών.....	30
3.10 Προδιαγραφές ποιότητας κομπόστ.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Χαρακτηρισμός διαφόρων τύπων λιγνίτη και τύρφης για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων

4.1 Αναγκαιότητα του χαρακτηρισμού.....	35
4.2 Μεθοδολογία.....	35
4.3 Εργαστηριακοί προσδιορισμοί.....	37
4.3.1 Περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα.....	38
4.3.2 pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα(Ec).....	38
4.3.3 Περιεκτικότητα σε C,H,N,S,O	39
4.3.4 Πορώδες (μίγματα εδάφους –δείγματος).....	39
4.3.5 Περαιότητα (μίγματα εδάφους-δείγματος).....	41
4.3.6 Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας –Σημείο μάρανσης (μίγματα εδάφους-δείγματος).....	42
4.3.7 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (μίγματα εδάφους –δείγματος).....	43
4.3.8 Περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά οξέα.....	44
4.3.9 Περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές και φαινολικές ομάδες.....	45
Υπολογισμός ολικής οξύτητας.....	46
4.3.10 Ταχύτητα ορυκτοποίησης αζώτου.....	46

4.3.11Περιεκτικότητα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.....	47
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Σχολιασμός αποτελεσμάτων

5.1 Εκτίμηση αποτελεσμάτων μεθοδολογίας.....	49
5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μεθοδολογιών.....	49
5.2.1 Περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα.....	49
5.2.2 Ph και ηλεκτρική αγωγιμότητα(eC).....	50
5.2.3 Περιεκτικότητα C,H,N,S.....	50
5.2.4 Πορώδες	50
5.2.5 Περαιτότητα.....	52
5.2.6 Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας-σημείο μάρανσης	52
5.2.7 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων(CEC).....	53
5.2.8 Περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά συστατικά.....	53
5.2.9 Περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές και φαινολικές ομάδες.....	54
5.2.10 Ταχύτητα ορυκτοποίησης αζώτου.....	54
5.2.11 Περιεκτικότητα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία.....	55
5.2.12 Βαθμός καθαρότητας γαιανθράκων.....	57
5.2.13 Βαθμός ενανθράκωσης.....	57
5.2.14 Επίδραση ανόργανης σύστασης.....	57
5.3.1 Στατιστική επεξεργασία γεωχημικών δεδομένων.....	58
5.3.2 Στατιστική επεξεργασία φυσικών και χημικών παραμέτρων.....	60
5.4 Έλεγχος καταλληλότητας των δειγμάτων.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Συμπεράσματα-Προτάσεις

6.1 Συμπεράσματα.....	63
6.2 Προτάσεις.....	67

Βιβλιογραφία.....69

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα1. Σχηματισμός γαιανθράκων.....	7
Εικόνα 2. κατηγορίες γαιανθράκων	9
Εικόνα3. Σχηματικός χάρτης της Ελλάδας με τα σημαντικότερα έλη,υπάρχοντες τυρφώνες και κατεστραμμένους τυρφώνες	11
Εικόνα4 .Λιγνίτης.....	12
Εικόνα5. Λιγνιτοφόρες λεκάνες της Ελλάδας	13
Εικόνα6. Εκμεταλλεύσιμα λιγνιτικά κοιτάσματα στην Ελλάδα.....	13

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα1. Διάγραμμα ροής.....	36
Διάγραμμα2. Παράδειγμα διαγράμματος διαφοροποίησης των δειγμάτων με βάση τη βιοδιαθεσιμότητα στα στοιχεία των κορυφών(παραγοντική ανάλυση τύπου Q).....	60

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας1. η εξέλιξη της Ελληνικής παραγωγής λιγνίτη.....	12
Πίνακας2. Χαρακτηριστικές φυσικοχημικές παράμετροι των (4) κατηγοριών των γαιανθράκων.....	15
Πίνακας 3.Χαρακτηρισμός ιδιοτήτων.....	35
Πίνακας4:Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια πόσιμου νερού σε mg/l.....	56
Πίνακας5. Παράδειγμα βαθμολόγησης των παραμέτρων που προσδιορίζονται.....	62

Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1.φυσικός κύκλος	24
------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αφορμή για την παρούσα εργασία αποτέλεσε η μεγάλη σημασία των οργανογενών πρώτων υλών του ελλαδικού χώρου, (τύρφη, λιγνίτης) για την εγχώρια οικονομία και το γεγονός του εντοπισμού και μελέτης αποθεμάτων λιγνίτη που ο όγκος τους ανέρχεται στους 7.500 εκατ τόνους, εκ των οποίων γύρω στα 4.300 εκατ τόνους θεωρούνται τεχνικο-οικονομικά εκμεταλλεύσιμοι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ΙΓΜΕ). Ο αριθμός των αναξιοποίητων κοιτασμάτων είναι μεγάλος και θα μπορούσε να αξιοποιηθεί όχι στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά σε ποικίλες εξωηλεκτρικές χρήσεις και μάλιστα για τη μέριμνα και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η εξέταση Ελληνικών λιγνιτών και τυρφών για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων και μάλιστα η διαπίστωση των βασικών φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των πρώτων υλών που είναι καθοριστικές για την ποιότητα των προϊόντων.

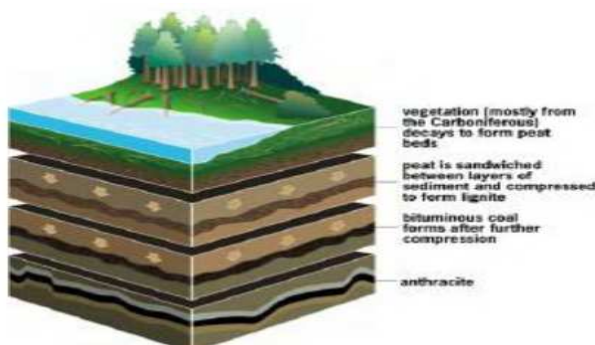
Παρόλο ότι τύρφη και λιγνίτης είναι ορυκτές πρώτες ύλες χρήσιμες στη χημική βιομηχανία, στην Ελλάδα η τύρφη δε βρίσκει καμία απολύτως εφαρμογή, ενώ ο λιγνίτης χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά (σε ποσοστό 99%) στην ηλεκτροπαραγωγή. Μελλοντικά ενδεχόμενη εγχώρια παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων θα δώσει τη δυνατότητα αξιοποίησης των μικρών κοιτασμάτων με προφανή θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη των συγκεκριμένων περιοχών και θετικές συνέπειες στην αγροτική οικονομία, καθώς η Ελλάδα λόγω της εντατικής καλλιέργειας των εδαφών της καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ανόργανων λιπασμάτων, που ολοένα αυξάνουν. Επιπλέον η ικανότητα συγκράτησης ρυπαντικών/τοξικών στοιχείων από τα συγκεκριμένα οργανικά υλικά καθιστά αυτά φιλικότερα προς το περιβάλλον σε σχέση με τα ανόργανα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται σήμερα κι που ευθύνονται για το σημαντικότερο μέρος της ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΩΝ

2.1 Συνθήκες σχηματισμού – Προϋποθέσεις

Οι γαιάνθρακες ή ορυκτοί άνθρακες είναι ιζηματογενή κοιτάσματα, βιογενούς (φυτικής) προέλευσης, τα οποία είναι πλούσια σε άνθρακα. Δημιουργήθηκαν από διαφόρων μορφών, φυτικά λείψανα (φυτοκλάστες), όταν αυτά συγκεντρώθηκαν σε κάποια λεκάνη και, στη συνέχεια, ενταφιάστηκαν στο εσωτερικό της γης. Η συγκέντρωση της φυτικής ύλης έγινε, είτε “in situ” (αυτόχθονοι άνθρακες), όπως είναι η συγκέντρωση ποωδών φυτών σε ελώδεις περιοχές είτε μετά από τη μεταφορά της σε ενδοηπειρωτικές λεκάνες, τάφρους, ή παράκτιες θαλάσσιες περιοχές, όπου και αποτέθηκε (ετερόχθονοι άνθρακες). Ακολούθως, αποτέθηκαν ιζήματα μεγάλου πάχους, λόγω συνεχούς βύθισης της λεκάνης, με αποτέλεσμα οι ορίζοντες, οι πλούσιοι σε φυτική ύλη, να βρεθούν σε μεγάλα βάθη (από 100m έως και μερικά Km) στο εσωτερικό της γης. Υπό την επίδραση της θερμοκρασίας και της πίεσης που επικρατούν σ’ αυτά τα βάθη, η φυτική ύλη ενανθρακώθηκε, με τη βοήθεια αναερόβιων βακτηριδίων. Η πορεία ενανθράκωσης οδήγησε σε διάφορους τύπους ανθράκων, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι: τύρφη, λιγνίτης, υποβιτουμεχιούχοι και βιτουμενιούχοι άνθρακες, ανθρακίτης και γραφίτης. Από την τύρφη στον ανθρακίτη, η περιεκτικότητα σε άνθρακα (C) αυξάνει, ενώ, αντίθετα, ελαττώνονται η υγρασία (H_2O) και τα πτητικά συστατικά (CO_2 , CH_4 , NH_3). (Α. ΜΑΝΟΥΣΑΚΗ)



Εικόνα1. Σχηματισμός γαιανθράκων (www.allaboutenergy.gr)

Βασικές προϋποθέσεις για τον σχηματισμό των γαιανθράκων αποτελούν (Κ. Ν. ΚΟΥΚΟΥΖΑΣ, 1977):

- ♦ η μέσα σε έλη ή σε παράκτιες και παραλίμνιες περιοχές ανάπτυξης χλωρίδας, που συναρτάται άμεσα με τις παλαιοκλιματολογικές και παλαιογεωγραφικές συνθήκες και τα προηγηθέντα γεωλογικά γεγονότα
- ♦ η συγκέντρωση, απόθεση και επίχωση των φυτικών λειψάνων σε κατάλληλους χώρους (συνδρομή παλαιογεωμορφολογικών και ιζηματολογικών παραγόντων)
- ♦ η επενέργεια παραγόντων (φυσικών, χημικών και τεκτονικών), που ευνοούν την διαδικασία και καθορίζουν το βαθμό της απανθράκωσης των φυτικών υλών

Γενικότερα, μια σημαντική απόθεση γαιανθράκων προϋποθέτει για τον σχηματισμό της:

1) την ύπαρξη τεράστιων ποσοτήτων φυτικής ύλης

Αυτό υπόκειται:

α) σε ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες (τροπικές - υποτροπικές, με πολύ υγρασία και σχετικά υψηλές θερμοκρασίες)

β) σε ένα μορφολογικό περιβάλλον που θα επέτρεπε την βλάστηση

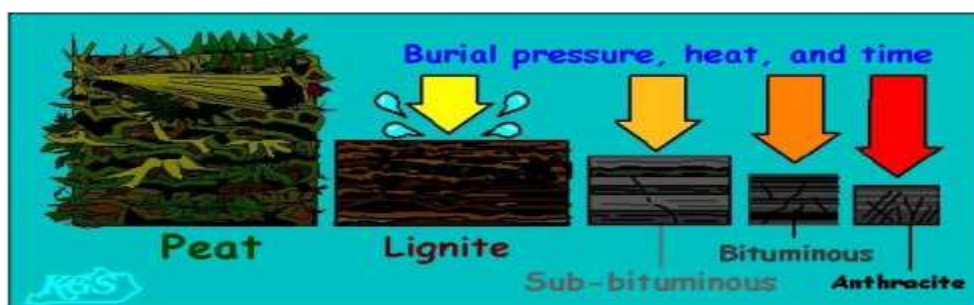
2) τη διατήρηση της φυτικής ύλης

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διατηρηθεί η φυτική ύλη, καθόσον υπό την επίδραση της ατμόσφαιρας καταστρέφεται.

Πρωτεύοντα ρόλο για την διατήρηση της φυτικής ύλης αποτελεί η υψηλή στάθμη του νερού και εν γένει η κάλυψη της από νερά. Έτσι, επιτυγχάνεται η προφύλαξη των αποθέσεων από την επίδραση της ατμόσφαιρας και του οξυγόνου της και εμποδίζεται η καταστροφή των φυτικών υπολειμμάτων από τους αερόβιους μικροοργανισμούς.

2.2 Κατηγορίες γαιανθράκων

Η κατάταξη των γαιανθράκων καθορίζεται από την θερμογόνο δύναμή τους σε συνδυασμό με τη χημική ανάλυση της οργανικής ύλης. Γαιάνθρακες με υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και χαμηλή περιεκτικότητα σε υδρογόνο και οξυγόνο χαρακτηρίζονται ως υψηλής ποιότητας ενώ με τη μείωση της περιεκτικότητας σε άνθρακα μειώνεται και η ποιότητα των γαιανθράκων. Ανάλογα με τον βαθμό ενανθράκωσης οι γαιάνθρακες διακρίνονται σε τύρφη, λιγνίτες, υποπισσούχοι γαιάνθρακες, πισσούχοι γαιάνθρακες και ανθρακίτης. Με την μετάβαση από την τύρφη στον ανθρακίτη αυξάνεται η θερμογόνο ικανότητα των ανθράκων και βεβαίως η ποιότητά τους ως πηγή ενέργειας.



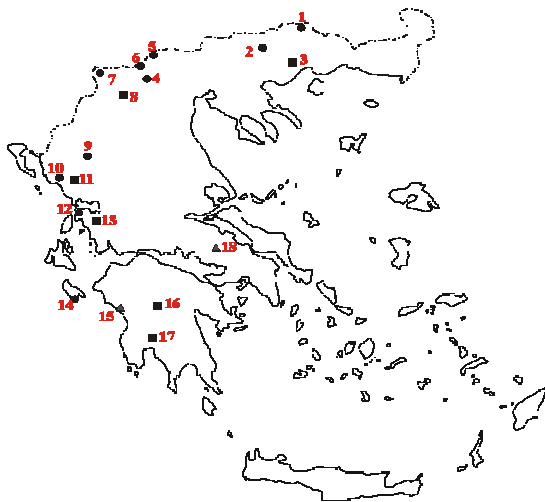
Εικόνα2. κατηγορίες γαιανθράκων (ΙΤΕΣΚ)

Με την μετάβαση από την τύρφη στον ανθρακίτη αυξάνεται η θερμογόνο ικανότητα των ανθράκων και βεβαίως η ποιότητά τους ως πηγή ενέργειας.

Α) Τύρφη

Η **τύρφη** είναι ένα χαλαρό, οργανογενές (οργανικής προέλευσης) και οργανικό (οργανικής σύστασης) καύσιμο ίζημα, που σχηματίζεται με συσσώρευση περισσότερο ή λιγότερο αποσυντεθειμένων και χουμιωμένων φυτικών συστατικών στα έλη και σε συνθήκες έλλειψης ατμοσφαιρικού αέρα. Ο σχηματισμός και η απόθεση τύρφης αναφέρονται ως **τυρφογένεση**. Σε φυσική κατάσταση η περιεκτικότητα της τύρφης σε νερό είναι >75% κ.β. και σε ανόργανα συστατικά <50% κ.β. (στην ξηρή μάζα).

Η τύρφη αποτελεί το αρχικό ίζημα, από το οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι γαιάνθρακες. Από τα ελόβια κι εν μέρει τα υδρόβια φυτά και τα υπολείμματά τους προέρχονται τα φυτικά συστατικά, που συνιστούν την τύρφη. Ανάλογα με τη μορφολογία και γενικά τον τρόπο σχηματισμού τους οι τυρφώνες οι οποίοι είναι έλη στα οποία έχει αποθεθεί τύρφη ή ακολουθία στρωμάτων τύρφης με ενδεχόμενη συμμετοχή και άλλων οργανικών ιζημάτων, συνολικού πάχους τουλάχιστον 30 cm, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: α)**χαμηλοί ή κατω-τυρφώνες**, που σχηματίζονται σε τοπογραφικά χαμηλές περιοχές, όπου συγκεντρώνονται και λιμνάζουν νερά. Επειδή η γένεσή τους εξαρτάται από την τοπογραφία, λέγονται και **τοπογενείς**. Η τροφοδοσία τους γίνεται με επιφανειακά και υπόγεια νερά, πλούσια σε ανόργανα, θρεπτικά για τα φυτά συστατικά, γι' αυτό χαρακτηρίζονται **ευτροφικοί**. β)**υψηλοί ή ανω-τυρφώνες**, των οποίων η επιφάνεια βρίσκεται υψηλότερα από τη μέση εδαφική στάθμη της γύρω περιοχής. Η τροφοδοσία τους γίνεται αποκλειστικά με μετεωρικά κατακρημνίσματα, γι' αυτό και καλούνται **ομβρογενείς** ή **ομβροτροφικοί**. Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των μετεωρικών κατακρημνισμάτων σε θρεπτικά συστατικά, χαρακτηρίζονται **ολιγοτροφικοί** και διαθέτουν βλάστηση πενιχρή από πλευράς ειδών. Στις εύκρατες περιοχές η βλάστηση αποτελείται κυρίως από **βρυόφυτα** με κύριους εκπροσώπους τα **σφάγνα** γ)**ενδιάμεσοι ή μεταβατικοί** τυρφώνες αναπτύσσονται συνήθως στις όχθες δυστροφικών λιμνών ή στο τελευταίο στάδιο της εξέλιξης ενός τοπογενοῦς τυρφώνα, που λόγω ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών μετατρέπεται σταδιακά σε ομβρογενή. Οι οικολογικές συνθήκες, η βλάστηση, οι αποθέσεις κλπ. διαθέτουν χαρακτηριστικά και των δύο άλλων τύπων. Η έκταση, το πάχος και η σημασία τους είναι πολύ περιορισμένες.



Εικόνα3. Σχηματικός χάρτης της Ελλάδας με τα σημαντικότερα έλη (κύκλοι), υπάρχοντες τυρφώνες (τετράγωνα) και κατεστραμμένους τυρφώνες (τρίγωνα)(Τμήμα Γεωλογίας Πάτρας).

Β)Λιγνίτης

Κατά το Νεογενές και το Πλειστόκαινο σχηματίστηκαν τα περισσότερα και σημαντικότερα λιγνιτικά κοιτάσματα της χώρας μας. Οι περίοδοι αυτές συνδέονται με την έντονη μεταλπική ρηξιγενή τεκτονική και ταφρογένεση. Δημιουργούνται πολυάριθμες ηπειρωτικές λεκάνες, που είτε δεν έχουν καμιά επικοινωνία με τη θάλασσα (ενδοηπειρωτικές) είτε επικοινωνούν παροδικά μόνο κατά τη διάρκεια της εξέλιξής τους με αυτήν (περιηπειρωτικές).

Στις ηπειρωτικές λεκάνες πληρούνταν οι προϋποθέσεις για τον σχηματισμό εκτεταμένων κάτω-τυρφώνων και τη διατήρηση της τυρφογένεσης για μεγάλα χρονικά διαστήματα, με αποτέλεσμα να προκύψουν λιγνιτικά στρώματα με σχετικά μεγάλη εξάπλωση και πάχος, όπως αυτά της Φλώρινας, της Πτολεμαϊδας, του Αλιβερίου, της Μεγαλόπολης κ.ά. Αντίθετα οι λιγνιτικές αποθέσεις αυτών των περιόδων σε παράκτιες λεκάνες (Κατερίνη, Πρέβεζα-Ακαρνανία, Πύργος-Ολυμπία, Κρήτη) παρουσιάζουν μικρό πάχος, αν και συχνά η έκτασή τους είναι σημαντική. Στους νεότερους λιγνίτες (Πλειστόκαινο) ανήκει ο (τυρφοειδούς μορφής) μαλακός λιγνίτης της Μεγαλόπολης. Στους Παλαιογενείς σχηματισμούς (Ηώκαινο-Ολιγόκαινο) ανήκουν κατά κανόνα κοιτάσματα παράκτιων λεκανών, π.χ. της Αλεξανδρούπολης, του Πενταλόφου (Ν. Κοζάνης), των Γρεβενών, των

Ζαγοριών (Ν. Ιωαννίνων) κ.ά. Μέσα σε θαλάσσια ιζήματα παρεμβάλλονται λιμναίες και τελματικές αποθέσεις, από τις οποίες (τελματικές) προέκυψαν φακοειδή στρώματα λιγνίτη καλής ποιότητας. Λόγω των γενικά περιορισμένων διαστάσεών τους τα κοιτάσματα αυτά δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο μεταλλευτικό ενδιαφέρον.



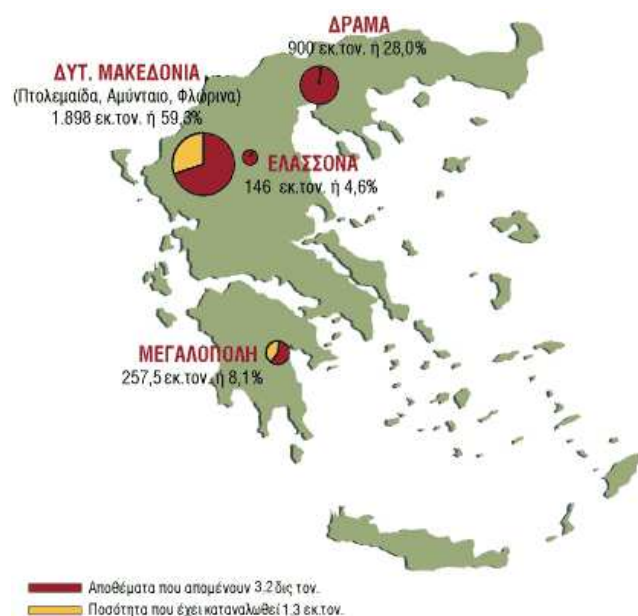
Εικόνα4 .Λιγνίτης (wikipedia)

Έτος	Παραγωγή λιγνίτη (σε tn)
1896	14.000
1914	20.000
1930	129.600
1950	163.000
1975	18.000.000
1991	50.600.000
1997	60.000.000

Πίνακας1. η εξέλιξη της Ελληνικής παραγωγής λιγνίτη.(Τμήμα Γεωλογίας Πάτρας).



Εικόνα5. Λιγνιτοφόρες λεκάνες της Ελλάδας με κύριες τις λιγνιτοφόρες λεκάνες(1) της Πτολεμαΐδας,(2) της Φλώρινας, (3) της Δράμας,(4) Ελασσόνας και (5) της Μεγαλόπολης (ΙΓΜΕ/ΔΕΠΥ)



Εικόνα6. Εκμεταλλεύσιμα λιγνιτικά κοιτάσματα στην Ελλάδα.(Βούλγαρης Ιωάννης, διπλωματική εργασία ΑΠΘ, τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχ.Υπολογιστών)

Γ.Λιθάνθρακας

Οι λιθάνθρακες είναι γαιάνθρακες υψηλού βαθμού ενανθράκωσης και αποτελούν τη σημαντικότερη κατηγορία γαιανθράκων, σε παγκόσμια κλίμακα και λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα και της μεγάλης θερμαντικής ικανότητας τους και λόγω του όγκου των αποθεμάτων που υπολογίζονται σε πολλά δισεκατομμύρια τόνους.

Συναντώνται σε μεγάλες ποσότητες στα στρώματα του Λιθανθρακοφόρου και του Περμίου. Όπως είναι φυσικό, τα μεγάλα κοιτάσματα των λιθανθράκων εντοπίζονται σε αυτές τις περιοχές της γης, όπου γεωλογικά τόσο το Λιθανθρακοφόρο, όσο και το Πέρμιο, έχει μεγάλη ανάπτυξη όπως Ηνωμένες Πολιτείες, Μεγάλη Βρετανία, Γερμανία, Σοβιετική Ένωση κ.λ.π.

Για την Ελλάδα οι προοπτικές για εντοπισμό μεγάλων κοιτασμάτων λιθάνθρακα είναι περιορισμένες και αυτό γιατί κατά την περίοδο του Λιθανθρακοπέρμιου, ο Ελληνικός χώρος θαλάσσευε με αποτέλεσμα την απόθεση θαλάσσιων ιζημάτων, που σημαίνει δυσμενείς συνθήκες σχηματισμού γαιανθράκων. Μόνο σε ορισμένες περιοχές της χώρας όπου εμφανίζεται το Λιθανθρακοφόρο, έχουν εντοπισθεί μικρά φακοειδή στρώματα λιθάνθρακα με μέγιστο πάχος 1,20m και με μήκος της τάξεως μερικών μέτρων. Οι περιοχές αυτές είναι τα Καρδάμηλα Χίου, η Μονεμβασία Λακωνίας και η Κεντρική Εύβοια.

Ποιοτικά ο λιθάνθρακας χαρακτηρίζεται από το υψηλό ποσοστό ολικού άνθρακα, όπου περιέχει (75-90% επί ξηρού), το χαμηλό ποσοστό υγρασίας (2-7%) και τη μεγάλη θερμαντική ικανότητα του (Α.Θ.Ι. 6000-8000 Kcal/Kgr).

Οι λιθάνθρακες ανάλογα με την περιεκτικότητα σε πτητικά συστατικά και τη θερμαντική τους ικανότητα διακρίνονται σε: φλογάνθρακες, αεριοφλογάνθρακες, αεριάνθρακες κ.λ.π. (Γερμανική ορολογία), ενώ κατά την Αμερικανική ορολογία σε βιτουμενιούχο γαιάνθρακα υψηλής, μέσης και χαμηλής περιεκτικότητας σε πτητικά συστατικά και ημιανθρακίτης.

Δ. Ανθρακίτης

Ο ανθρακίτης είναι ο γαιάνθρακας με το μεγαλύτερο βαθμό ενανθράκωσης (περιεκτικότητα σε C 90-95%) και είναι επομένως η πλουσιότερη μορφή άνθρακα, μετά το γραφίτη και το διαμάντι.

Μακροσκοπικά παρουσιάζει ομοιότητες με το λιθάνθρακα και είναι δύσκολος ο μακροσκοπικός διαχωρισμός του.

Τα πτητικά συστατικά του ανθρακίτη κυμαίνονται από 4-8%, ενώ το ποσοστό της υγρασίας δεν υπερβαίνει το 2%. Η θερμαντική του ικανότητα υπερβαίνει τις 8000 Kcal/Kgr και φτάνει μέχρι τις 9000 Kcal/Kgr.

Κατηγορία	Πυκνότητα	Ολικός C (επί ξηρού)	Υγρασία	Α.Θ.Ι. Kcal/Kgr (επί ξηρού)
Τύρφη	1	55-65	65-90	3000-5000
Λιγνίτης	1,1-1,3	65-75	10-50	4000-6000
Λιθάνθρακας	1,2-1,5	75-90	2-7	6000-8000
Ανθρακίτης	1,4-1,7	90-95	1-2	>8000

Πίνακας2. Χαρακτηριστικές φυσικοχημικές παράμετροι των τεσσάρων (4) κατηγοριών των γαιανθράκων.(Μπότος Δ,2004)

2.3Αποθέματα λιγνίτη και τύρφης

Η πρώτη εκτίμηση του λιγνιτικού δυναμικού της Χώρας, κατά περιοχή και στο σύνολό της, έγινε το 1920 από την Επιτροπή Καυσίμων, που είχε συσταθεί από την τότε Κυβέρνηση. Από τότε μέχρι σήμερα τα αποθέματα παρουσιάστηκαν ραγδαίως αυξανόμενα, ιδιαίτερα στις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες.

Από τις μέχρι σήμερα έρευνες, τα γεωλογικά αποθέματα της χώρας μας υπολογίζονται σε 10,5 δις τόνους, από τα οποία τα βεβαιωθέντα είναι 6,7 δις. τόνοι, τα δυνατά αποθέματα 2,4 δις. τόνοι, ενώ τα πιθανά υπολογίζονται σε 1,4 δις. τόνους (Εφημερίδα Λιγνιτοδρώμενα, 2000). Τα αρχικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη έφθαναν τα 5,1 δις τόνους. Από αυτά μέχρι σήμερα έχουν καταναλωθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 1,1 δις τόνοι και απομένουν 4,0 δις τόνοι που αντιστοιχούν σε 500 εκ. τόνους πετρελαίου. Συνεπώς μόνο το 22% του διαθέσιμου λιγνίτη έχει εξορυχτεί μέχρι σήμερα (Ενημερωτικό Φυλλάδιο Δ.Ε.Η., 2000).Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα, πάνω από 3,7 δις τόνους, βρίσκονται στη Μακεδονία (Πτολεμαΐδα, Αμύνταιο, Φλώρινα,

Δράμα) ενώ μικρότερα, της τάξης των 0,5 δις τόνων έχουμε στην Πελοπόννησο (Μεγαλόπολη) και στην Κεντρική Ελλάδα (Ελασσόνα).

Πρέπει να διευκρινιστεί ότι, το βεβαιωμένο λιγνιτικό απόθεμα δεν προσδιορίζει και το τεχνικοοικονομικά απολήψιμο - αυτό δηλαδή που μπορεί να υποστεί εκμετάλλευση κάτω από τις σημερινές τεχνικές και οικονομικές συνθήκες αφού στα βεβαιωμένα αποθέματα αφ' ενός προσμετρούνται και λιγνιτικά στρώματα μικρού πάχους και μεγάλου βάθους και αφ' ετέρου δεν αφαιρούνται από αυτά οι αναπόφευκτες απώλειες εκμεταλλεύσεως. Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα λοιπόν, τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη ανέρχονται στα 4,0 δις. τόνους ενώ μελλοντικά, με την πρόοδο της τεχνολογίας και υπό ενδεχόμενες συνθήκες ενεργειακής κρίσεως, είναι πιθανή η αύξησή του (Περιοδικό Ενέργεια, 5/1998).

Στους Φιλίππους Καβάλας υπάρχει μεγάλο κοίτασμα τύρφης, με απόθεμα 4,3 δις κυβικά μέτρα (Ενημερωτικό Φυλλάδιο Δ.Ε.Η., 2000). Στην Ελλάδα εντοπίζονται κοιτάσματα τύρφης στις περιοχές: Φίλιπποι Καβάλας, Άγρα Εδέσσης, Κορώνη Πρεβέζης, λίμνη Χειμαδίτιδα. Ακόμη υπάρχουν περιοχές όπου και σήμερα συνεχίζεται η τυρφογένεση, όπως στις Πρέσπες, στη λίμνη Ιωαννίνων, στα έλη Κορώνης, Σπλάντζας και Καλοδίκι της Ηπείρου, ως επίσης στα έλη του Καϊάφα της Πελοποννήσου. Τέλος τυρφογένεση παρατηρείται σήμερα και σε διάφορα δελταϊκά πεδία, όπως του Έβρου, του Αχελώου κ.ά. Είναι σαφές λοιπόν από τα παραπάνω μεγέθη των αποθεμάτων η μεγάλη σημασία των γαιανθράκων για την Χώρα μας, σαν ενεργειακή πρώτη ύλη επί της οποίας στηρίζεται ο εξηλεκτρισμός και η εκβιομηχάνιση αυτής.

2.4 Οργανογενείς πρώτες ύλες και οι χρήσεις τους.

Οι γαιάνθρακες έχουν μεγάλο πεδίο εφαρμογών επειδή αποτελούνται από ενώσεις οργανικών συστατικών, διαθέτουν υψηλή θερμαντική ικανότητα και είναι εύκολα απολήψιμοι.

Οι κατεργασίες που υφίστανται οι γαιάνθρακες για την παραγωγή πρώτων υλών και ενέργειας είναι οι ακόλουθες:

- > Αεριοποίηση
- > Υγροποίηση
- > Απανθράκωση

Μετά από αυτές τις κατεργασίες προκύπτουν διάφορα προϊόντα :

- Αρωματικό αργό πετρέλαιο

- Κωκ
- Μίγμα βαρέων υγρών υδρογονανθράκων ή πίσσα
- Μίγμα αέριων υδρογονανθράκων
- Μπρικήττες

Εξετάζοντας τις εξωηλεκτρικές χρήσεις, βλέπουμε ότι τα προϊόντα που προκύπτουν από τις κατεργασίες του γαιάνθρακα έχουν τις εξής εφαρμογές :

- Μεταλλουργία (καύσιμη ύλη στις υψικαμίνους και τους θερμοκλιβάνους, αναγωγικό μέσο, σιλλίπασμα)
- Καύσιμα
- Χημική βιομηχανία (λιπάσματα, πλαστικά, πολυμερή, χρώματα, διαλύτες)
- Βιομηχανία υλικών υψηλής τεχνολογίας (ανθρακονήματα, καρβίδια του πυριτίου)
- Εμπλουτισμός μεταλλευμάτων
- Φαρμακοβιομηχανία
- Ως προσροφητικό μέσο υγρών και αερίων αποβλήτων σε φίλτρα (biofilter) για τον καθαρισμό α) αερίων ρύπων και β) πόσιμου νερού, αστικών λυμάτων και απόνερων ελαιορρευσμάτων. (λιγνίτης -τύρφη)
- Ως πρόσθετα σε ρευστά γεωτρήσεων για την επίτευξη των απαιτούμενων ρεολογικών και διηθητικών ιδιοτήτων. (λιγνίτης-τύρφη)
- Στη λιπασματική βιομηχανία και ως εδαφοβελτιωτικά. (λιγνίτης-τύρφη)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ –ΟΡΓΑΝΟΧΟΥΜΙΚΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

3.1 Ιστορική αναδρομή –χρήση λιπασμάτων

Το 1840 ο Justus von Liebig ο πατέρας των ανόργανων λιπασμάτων, διαπίστωσε ότι όταν οι διαλυτές μορφές αζώτου, φωσφόρου και καλίου προσθέτονταν σε έδαφος φτωχό σε οργανικό υλικό, παρατηρούσε αύξηση της παραγωγής . Από τότε η χημική βιομηχανία μέσω της διαφήμισης ώθησε τους αγρότες να πιστεύουν ότι η λύση για την αύξηση της αγροτικής παραγωγικότητας ήταν τα τεχνητά λιπάσματα. Όμως αυτό που είχε παραβλεφτεί ήταν πως ο σκοπός των επισημόνων τότε ήταν τα λιπάσματα να χρησιμοποιηθούν ως συμπλήρωμα και όχι ως υποκατάστατο του οργανικού υλικού. Τα τελευταία χρόνια οι σοδειές διατηρούνται με την προσθήκη ανόργανων λιπασμάτων κ σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτούνται όλο και μεγαλύτερες ποσότητες λιπασμάτων, για τη σταθεροποίηση της παραγωγής σε συγκεκριμένα επίπεδα. Γεγονός που αυξάνει το κόστος της γεωργικής παραγωγής και τις πιθανότητες περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για παράδειγμα θρεπτικά συστατικά όπως το άζωτο και ο φώσφορος τα οποία δεσμεύονται απ τα φυτά με πολύ πιο αργό ρυθμό απ αυτόν με τον οποίο προσφέρονται μέσω των ανόργανων λιπασμάτων, συμβάλλουν στη ρύπανση, με νιτρικά και φωσφορικά άλατα, των υπόγειων υδροφόρων σε περιοχές έντονης γεωργικής δραστηριότητας.

Το κύριο συστατικό της εδαφικής ύλης είναι τα χουμικά συστατικά που σύμφωνα με τον Waksman είναι ένα σύνθετο μείγμα άμορφων συστατικών, καστανού ως σκούρου χρώματος , που προήλθαν απ την αποσύνθεση φυτικών και ζωικών υπολειμμάτων με τη βοήθεια μικροοργανισμών κάτω από αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες .

Μεταβάλλουν τη δομή και την υφή του εδάφους βελτιώνοντας έτσι τον αερισμό και τη συγκράτηση υγρασίας .Αυξάνουν την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους ,γεγονός που επηρεάζει την ικανότητα να συγκρατεί και να διαθέτει θρεπτικά συστατικά στα φυτά. Ελαχιστοποιούν την αρνητική επίπτωση ορισμένων τοξικών ιχνοστοιχείων στο έδαφος ,αυξάνουν την ικανότητα ουδετεροποίησης του pH του εδάφους και παρέχουν υπόστρωμα για ευεργετικούς μικροοργανισμούς.

3.2 Κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η εντατική καλλιέργεια των εδαφών επί σειρά δεκαετιών ,οι παραδοσιακές μέθοδοι ποτίσματος ,το θερμό και ξηρό κλίμα και μεγάλη ηλιοφάνεια έχουν οδηγήσει σε σοβαρές αλλοιώσεις του ιστού και της υφής των εδαφών ,σε αποδόμηση της περιεχόμενης οργανικής ύλης και γενικά σε υποβάθμισή τους. Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η χρήση εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων κάτι που εδώ και δεκαετίες εφαρμόζεται σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες με θετικά αποτελέσματα για τις καλλιέργειες.

Στον Ελλαδικό χώρο παράγονται ετησίως περίπου 1.000.000 τόνοι ανόργανα λιπάσματα. Επιπλέον εισάγονται 800000τόνοι ενώ εξάγονται 400000 τόνοι. Η παραγωγή εγχώριων οργανικών λιπασμάτων από μικρές βιοτεχνίες με βάση φυτικές και ζωικές πρώτες ύλες δε ξεπερνά τους 10000 τόνους .Διαπιστώνεται δηλαδή ότι υπάρχει σημαντικό περιθώριο ανάπτυξης και διάθεσης τέτοιου είδους προϊόντων ,που θα υποκαταστήσουν ανόργανα λιπάσματα.

3.3ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Ως λίπασμα ορίζεται κάθε ουσία που χρησιμεύει στη διατροφή του φυτού και η οποία προστιθέμενη στο έδαφος αυξάνει τη γονιμότητά του, επιτυγχανόμενη με τον τρόπο αυτό της βελτίωσης και της αύξησης της παραγωγής. Τα λιπάσματα διακρίνονται σε οργανικά(φυσικά) και σε ανόργανα(τεχνητά-χημικά) (Γ.Πολυράκης, 2002). Παρά την ευρεία χρήση των χημικών λιπασμάτων τον 19^ο αιώνα όπως προαναφέραμε με στόχο την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργούμενων φυτών και παρά τη θεαματική αύξηση της παραγωγής και της κατανάλωσης λιπασμάτων μετά το Β Παγκόσμιο Πόλεμο ,έχει γίνει αντιληπτό ότι η συστηματική αλλά και αλόγιστη χρήση τους και ιδιαίτερα όταν γίνεται μονόπλευρα (όταν δηλαδή το έδαφος δέχεται ορισμένα μόνο θρεπτικά στοιχεία),εκτός των επιπτώσεων που μπορεί να έχει στο περιβάλλον γενικότερα, είναι δυνατό να εμφανίσει και έμμεσες ή άμεσες βλαπτικές συνέπειες στα καλλιεργούμενα φυτά.

Τα πρώτα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν από τους γεωργούς ήταν οι κοπριές. Η χρήση της κοπριάς εμφανίζεται παράλληλα με την οργανωμένη καλλιέργεια της γης, μέχρι δε την αρχή του 20ού αιώνα η κόπρος ήταν και το μοναδικό λίπασμα ευρείας κατανάλωσης.

Η ανάγκη να τραφεί ο ολοένα και αυξανόμενος πληθυσμός επέβαλε τη βιομηχανοποίηση της γεωργίας και την αντικατέστησε με σειρά προϊόντων, πιο αποτελεσματικών για μεγάλες παραγωγές με μικρότερο κόστος. Τα λιπάσματα αυτά, κυρίως ανόργανα χημικά, δίνουν συντριπτικά μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έναντι της παλιάς "φυσικής" γεωργίας. Η αποτελεσματικότητα όμως αυτή οφειλόταν σε μεγάλο βαθμό σε κάποιο "βιασμό" της φύσης. Στην επιδίωξη όλο και μεγαλύτερης παραγωγής διαταράσσεται συστηματικά η φυσική ισορροπία.

Τα πρώτα μηνύματα εμφανίστηκαν πολύ νωρίς, κυρίως στις οργανοληπτικές ιδιότητες των καρπών και στις έντονες ασθένειες των φυτών. Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται και άλλα συμπτώματα.

Επιγραμματικά αναφέρονται μερικά: α) Μεγάλες μεταβολές στο χημικό και βιολογικό περιβάλλον του εδάφους. Το pH μετατρέπεται σε όξινο και οι μικροοργανισμοί. μειώνονται δραστικά: β) Ο συντελεστής αφομοίωσης των ανόργανων λιπασμάτων έχει πέσει γύρω στο 30%, που σημαίνει ότι το 70% παραμένει στο χώμα ή οδηγείται στον υδροφόρο ορίζοντα ή στη θάλασσα. Εντυπωσιακά παραδείγματα η μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα και οι ευτροφισμοί των παραλίων που παρατηρούνται τις θερινές περιόδους. γ) Οι ποσοτικές αποδόσεις, αφού έφτασαν σε ένα μέγιστο, τώρα αρχίζουν και μειώνονται παρά το ότι οι γεωργοί αυξάνουν τις ποσότητες των λιπασμάτων καταλήγοντας σε υπερβολική χρήση. δ) Το καταναλωτικό κοινό αρχίζει να γίνεται ευαίσθητο στην ανάγκη για πιο φυσικά υγιεινά προϊόντα χωρίς χημικά και φυτοφάρμακα (βλ. εφημερίδες, οικολογικά περιοδικά, την αύξηση των σχετικών καταστημάτων ακόμη και ειδικών λαϊκών αγορών).

Όλα αυτά είναι αποφασιστικής σημασίας για το μέλλον των λιπασμάτων. Είναι σίγουρο ότι ο καταναλωτής τελικά οδηγεί την αγορά. Ήδη η τάση για περιβαλλοντικά αβλαβή, σωστά προϊόντα είναι μια πραγματικότητα και έχει αρχίσει να μπαίνει στα προγράμματα των εταιρειών καταναλωτικών αγαθών και στην πολιτική. Οι αρνητικές επιδράσεις των λιπασμάτων στο περιβάλλον είναι η αύξηση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα αμμωνίας και οξειδίων N. Η NH₃ προκαλεί οξίνιση του εδάφους και όξινη βροχή, ενώ από τα οξείδια του N, το N₂O συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην καταστροφή

του στρατοσφαιρικού όζοντος, ενώ το NO συντελεί στο σχηματισμό όζοντος στην κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) και όξινη βροχή. Ακόμη η εκτεταμένη και αλόγιστη χρήση λιπασμάτων έχει προκαλέσει ρύπανση των υδάτινων όγκων με κύριες συνέπειες τη νιτρορρύπανση και τον ευτροφισμό (λιμνών και θαλασσών). Η συγκέντρωση των NO₃ ιόντων στα υπόγεια νερά δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 50 ppm (κοινοτική οδηγία 91/696/ΕΟΚ).

Οι επιδράσεις των λιπασμάτων στη δημόσια υγεία είναι οι εξής:

1. Εμφάνιση μεθαιμογλουβιναιμίας που είναι γνωστό και σαν «κυάνωση των νεογνών».
2. Πρόκληση γαστροεντερικών νεοπλασμάτων. Πιστεύεται ότι η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε νιτρικά προκαλεί τη σύνθεση N-νιτροζαμινών που είναι καρκινογόνες ουσίες. Παρόλο την παραπάνω υπόθεση δεν υπάρχει καμία απολύτως κλινική ένδειξη ότι τα νιτρικά που καταναλώνονται με προϊόντα γεωργικής προέλευσης μπορούν να προκαλέσουν εμφάνιση καρκίνων. Οι επιδράσεις των λιπασμάτων στη βιοποικιλότητα: έχει παρατηρηθεί μείωση του αριθμού των ειδών αφού εξαφανίζονται φυτά με χαμηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία ενώ επικρατούν τα νιτρόφιλα είδη. Ακόμη η υπερβολική χρήση λιπασμάτων προκάλεσε αύξηση του κόστους παραγωγής. Καθώς επίσης και ευπάθεια σε εχθρούς και ασθένειες. Ακόμη παρατηρήθηκε πρόκληση τροφοπενιών σε περιπτώσεις που εφαρμόζονται υπερβολικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων όπως έχει παρατηρηθεί έλλειψη Zn από υπερβολική λίπανση με φωσφορικά λιπάσματα.(Χρήστος Δόρδας).

Όπως αναφέρεται στην ιστοσελίδα του F.A.O. (www.fao.org): "Η συνεχής εξάντληση των θρεπτικών συστατικών και της οργανικής ουσίας του εδάφους και η ανεπαρκής εδαφική υγρασία για την ανάπτυξη των φυτών είναι τα δύο βασικά προβλήματα τα οποία επιδρούν στη βιώσιμη γεωργία. Η χρήση οργανικών λιπασμάτων και εδαφοβελτιωτικών εφόσον προσφέρονται με οικονομικοτεχνικούς όρους μπορεί να ανατρέψει τις παραπάνω δυσλειτουργίες και να βελτιώσει την παραγωγικότητα των εδαφών".

3.4Οργανική λίπανση

Κατά τη παραγωγή γεωργικών προϊόντων με οικολογικές μεθόδους οι εισροές είναι περιορισμένες ενώ δεν επιτρέπεται η εφαρμογή

ορισμένων μέσων παραγωγής και συγκεκριμένα η κατηγορία των σύνθετων λιπασμάτων. Με το δεδομένο αυτό, η κάλυψη των αναγκών των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία πρέπει να στηριχθεί σε άλλες πηγές και ειδικότερα:

- Στη κινητοποίηση των θρεπτικών στοιχείων απ το οργανικό στο ανόργανο τμήμα του εδάφους
- Στην ανοργανοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων
- Στη συμβιωτική και μη συμβιωτική δέσμευση στοιχείων και πρώτιστα του N
- Στην ενσωμάτωση στο έδαφος φυσικών οργανικών ουσιών(κοπριάς κα)
- Αυτά επιτυγχάνονται με τη χρήση της οργανικής λίπανσης.

Με τον όρο οργανική λίπανση εννοούμε κατά κανόνα τη **λίπανση με λιπάσματα που παράγει ο ίδιος ο γεωργός στην εκμετάλλευσή του** και αφορούν κυρίως υποπροϊόντα στάβλων όπως η κοπριά, εδαφοβελτιωτικό καθώς και κάθε άλλο φυσικό οργανικό υλικό. Τελευταία εισέρχονται στην αγορά και βιομηχανικά παραγόμενα οργανικά λιπάσματα, η εφαρμογή των οποίων στις μεγάλες καλλιέργειες είναι περιορισμένη ακόμη και στις συμβατικές γεωργικές εκμεταλλεύσεις. Η σημασία της οργανικής λίπανσης ήταν προ πολλού γνωστή στη φυτική παραγωγή γενικά και αναγνωρισμένη απ όλες τις κατηγορίες επιστημόνων. Στη γεωργική πράξη όμως δεν είχε την αντιμετώπιση της ανόργανης λίπανσης για δύο λόγους που αφορούν:

α)στη βιομηχανική παραγωγή των ανόργανων λιπασμάτων και στην οικονομική ενίσχυση των ερευνητικών προσπαθειών από πλευράς των βιομηχανιών και

β)στη δυσκολία εξασφάλισης πρώτων υλών και στη μη παραγωγή μέχρι πρότινος οργανικών λιπασμάτων σε βιομηχανικό επίπεδο.

Επιπρόσθετα, ο υψηλός βαθμός αποτελεσματικότητας των ανόργανων λιπασμάτων σε συνδυασμό με τις χαμηλές τιμές που επικράτησαν μέχρι προ ολίγων ετών καθώς και η ευχέρεια εξεύρεσής τους απ τον καλλιεργητή, ευνόησαν τη διάδοση των ανόργανων λιπασμάτων σε βάρος των οργανικών.

Η μεταστροφή των τελευταίων ετών στην οργανική λίπανση οφείλεται αφενός στην απότομη αύξηση των τιμών των ανόργανων λιπασμάτων και αφετέρου στις επιβλαβείς επιπτώσεις που απεδείχθη ότι

προκαλούνται απ τα ανόργανα λιπάσματα στα υπόγεια και τα επιφανειακά νερά καθώς και στην υποβάθμιση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων.

Με τον όρο οργανικό λίπασμα εννοούμε κάθε φυσικό οργανικό υλικό όπου ένα μέρος των θρεπτικών στοιχείων του βρίσκεται σε οργανικές ενώσεις δεν περιέχει τοξικές ουσίες ούτε και παθογόνους μικροοργανισμούς. Ως οργανικά λιπάσματα μπορούν να χαρακτηριστούν τα παρακάτω φυσικά υλικά (Γ.ΠΟΛΥΡΑΚΗΣ, 2002):

Α.Απορρίματα σταύλων

- κοπριές
- ούρα
- μείγματα κοπριάς και ούρων
- κομπόστ
- ζωικά υπολείμματα

Β.Υπολείμματα θεριζοαλωνισμών

- καλαμιές
- άχυρα φυτικών ειδών
- ριζικά υπολείμματα
- καρποί και άλλα είδη

Γ.Αστικά λύματα

- υγρά απόβλητα
- ιλύς βιολογικών καθαρισμών
- κομπόστ από σκουπίδια

Δ.Υποπροϊόντα βιομηχανιών

- ζαχαρουργείων
- εκκοκιστηρίων βάμβακος
- ελαιουργείων
- καπνοβιομηχανιών

Ε.Οργανικές ύλες

- τύρφες
- λιγνίτες

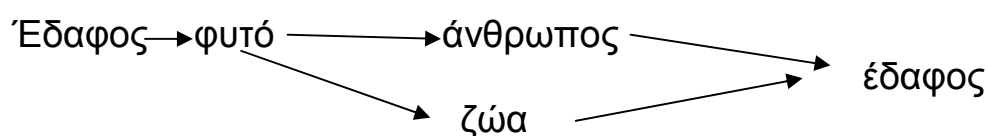
Η οργανική λίπανση γενικά, επιδρά άμεσα στα φυτά εξαιτίας της προσθήκης στο έδαφος θρεπτικών στοιχείων τα οποία μπορούν να αξιοποιήσουν τα φυτά επίσης άμεσα και επηρεάζουν τη γονιμότητα του εδάφους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στη μακροπρόθεσμη επίδραση των θρεπτικών στοιχείων της συμπεριλαμβάνεται ο σχηματισμός

α) των αργιλοχουμικών συμπλόκων, δηλαδή των συσσωματωμάτων με σταθερή δομή,

β) ο εμπλουτισμός του εδάφους με χουμικές ενώσεις και

γ) η αύξηση των ζώντων οργανισμών στο έδαφος.

Η οργανική λίπανση κατά συνέπεια θα πρέπει να αποτελεί το κορμό στα πλαίσια της θρέψης των φυτών στη βιολογική γεωργία επειδή είναι μέρος του φυσικού κύκλου που αναφέρεται εν συνέχεια:



Σχήμα 1.φυσικός κύκλος (Πολυράκης,2002)

Επίσης τμήμα του συστήματος της φυτικής παραγωγής πρέπει να αποτελεί η διατήρηση ζώων.

Για τη σωστή αξιοποίηση των οργανικών λιπασμάτων, η σύσταση της οργανικής ουσίας πρέπει να είναι γνωστή καθώς επίσης και η περιεκτικότητά τους σε μακροστοιχεία. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο λόγος C/N ,επειδή απ αυτόν εξαρτάται εάν θα επικρατήσουν στο έδαφος, έστω και αν αυτό συμβαίνει στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των καλλιεργειών, συνθήκες βιολογικής δέσμευσης του N(Σιδηράς, 1997).

Τα προϊόντα της οργανικής γεωργίας στις ΗΠΑ παρουσιάζουν μεταξύ 2000 και 2005 μια αύξηση 100% από 20 δις σε 40 δις δολάρια Αμερικής. Παρόλο που αποτελούν μόνον το 2% της αγοράς, εκδηλώνεται ενδιαφέρον από κυβερνήσεις, παραγωγούς, προμηθευτές, καταναλωτές και τα μέσα ενημέρωσης. Το ενδιαφέρον

οφείλεται μερικώς σε μια αναπτυσσόμενη δυσπιστία απέναντι στα προϊόντα της συμβατικής γεωργίας μετά από μια σειρά τροφικών σκανδάλων, περιβαλλοντικών προβλημάτων από τις εισροές (λιπασμάτων) και μια άποψη ότι τα οργανικά προϊόντα έχουν καλύτερη γεύση.

Η οργανική γεωργία έχει πολλά προβλήματα να αντιμετωπίσει. Ένα από αυτά είναι τεχνικό και αφορά τις εισροές. Τα οργανικά λιπάσματα δίνουν λύσεις. Είναι σίγουρο ότι η νέα τεχνολογία θα αναπτυχθεί σε παράλληλους ρυθμούς με την οργανική γεωργία. χωρίς να μπορούν προς το παρόν να προσδιοριστούν τα μεγέθη.

Εφόσον η αγορά των οργανικών προϊόντων ξεκαθαρίσει και οι πιστοποιήσεις εξελιχθούν με τεχνολογικές και επιστημονικές διαδικασίες τότε τα οργανοχουμικά λιπάσματα θα αποτελούν σημαντικό μέρος των εισροών. Βασικό τους πλεονέκτημα είναι ότι η κύρια πρώτη ύλη, ο τυρφώδης λιγνίτης, είναι από τα λίγα διαθέσιμα, για τη βιολογική Γεωργία, υλικά τα οποία δημιουργήθηκαν σε προβιομηχανική περίοδο, σε συνθήκες απολύτως φυσικές και περιβαλλοντικά ασφαλείς. Η χρήση τους επιτρέπεται χωρίς την ανάγκη πρόσθετων ελέγχων και πιστοποιήσεων.

Από περιβαλλοντική σκοπιά τα οργανικά λιπάσματα έχουν αναμφισβήτητη "προσόντα":

α) Δεν ρυπαίνουν και δεν μολύνουν το περιβάλλον, διότι δεν αφήνουν βλαβερά υπολείμματα.

β) Αυξάνουν το βαθμό αφομοίωσης των ανόργανων λιπασμάτων (από 30% σε 80% και ακόμη 90%).

γ) Προσφέρουν με την βαθμιαία διαλυτή δράση τους καλύτερη και φυσικότερη θρέψη στα φυτά.

δ) Οι διαδικασίες παραγωγής τους είναι ηπιότερες, χωρίς βλαβερά απορρίμματα και λύματα.

Οι νεώτεροι ορυκτοί άνθρακες αποτελούν την πλέον πρόσφορη πηγή οργανικών λιπασμάτων. Παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων πηγών έχουν πολλαπλάσια περιεκτικότητα χουμικών συστατικών (10 φορές περισσότερο από μια καλοχωνεμένη κοπριά) και ιχνοστοιχείων που τους δίνει μεγάλη αγροτεχνική αξία.

Σύμφωνα με το Βιοτεχνικό επιμελητήριο Πειραιά είναι επιστημονικά αποδεδειγμένο και αγρονομικά δοκιμασμένο, ότι κατάλληλα οργανοχουμικά λιπάσματα προσφέρουν, τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

- 1) Διατήρηση της παραγωγικότητας με μικρότερη κατανάλωση λιπασμάτων και κατά συνέπεια έμμεση και άμεση μείωση κόστους παραγωγής , διανομής και διάθεσης.
- 2) Παραγωγή σοδειάς, ποσοτική και ποιοτική, κοντά στο σημερινό θεωρητικό μέγιστο, κάτω από συνθήκες που προσεγγίζουν περισσότερο το ιδανικό.
- 3) Μια πιο ισορροπημένη περιεκτικότητα αμινοξέων στα δημητριακά που προορίζονται για ζύμωση και για τις βιομηχανίες ζωικών τροφών.
- 4) Αυξημένο σακχαρικό τίτλο και ισορροπημένη περιεκτικότητα οξέων στα οينوποιήσιμα σταφύλια.
- 5) Καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και εμφάνιση των προϊόντων που προορίζονται για άμεση κατανάλωση, όπως τα φρούτα, τα λαχανικά και τα λουλούδια.
- 6) Καλύτερη τεχνολογική ποιότητα προϊόντων για τις βιομηχανίες τροφίμων καθώς και στοιχεία που βοηθούν τη συντήρηση των τροφίμων.
- 7) Θετική επίδραση στο περιβάλλον από την απουσία τοξικών αποβλήτων αλλά και την αντιρρυπαντική δράση την οποία παρέχουν.

3.5Οργανικά Λιπάσματα στην Ελλάδα

Η εξέλιξη των Οργανικών Λιπασμάτων στην Ελλάδα δεν παρουσιάζει ακόμη το μέγεθος που της αναλογεί. Υστερούμε σημαντικά από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο ενώ α) τα εδαφολογικά, κλιματολογικά και διαρθρωτικά στοιχεία της Ελληνικής Γεωργίας και β) οι ελληνικές πρώτες ύλες, τυρφώδεις λιγνίτες, τύρφες, ζεόλιθοι, περλίτες προσφέρονται για να είμαστε εύκολα στην πρώτη θέση.

Τα εμπόδια συνοψίζονται:

- 1) Ο κλάδος των ανοργάνων χημικών λιπασμάτων είναι τεράστιος σε μέγεθος και επενδύσεις και πολύ δύσκολα νέα προϊόντα άλλης τεχνολογικής κατεύθυνσης και φιλοσοφίας εισέρχονται.
- 2) Η οργανική λίπανση εξασφαλίζεται έστω και ανεπαρκώς από κοπριές και φυτικά υπολείμματα. Θεωρείται δε περιορισμένου τεχνολογικού και οικονομικού ενδιαφέροντος.
- 3) Ο νόμος που προσδιορίζει τα Οργανικά και τα Οργανοανόργανα λιπάσματα αναφέρεται σε ορισμούς, χωρίς περαιτέρω αναλυτικές προδιαγραφές, ισχύει δε πρόσφατα, από το 2000. Ακόμη και σήμερα η διακίνηση τους γίνεται με προσωρινές άδειες. Απουσιάζει οιοσδήποτε έλεγχος και υπάρχει έλλειψη εμπειρίας από τους αρμόδιους φορείς.
- 4) Ως συνέπεια του υπάρχουν πολλοί παραγωγοί και διακινητές χαμηλού τεχνολογικού επιπέδου, κυκλοφορούν προϊόντα χωρίς εγγυήσεις και τα χαρακτηριστικά τους δημιουργούν πολλά ερωτηματικά. Υπάρχουν εταιρίες στον κλάδο οι οποίες δεν απασχολούν επιστήμονες και τεχνικούς στην παραγωγή, δεν έχουν εργαστήρια ελέγχου ούτε καν επιστημονικά τεκμηριωμένες μεθόδους παραγωγής. **(42ο φύλλο της εφημερίδας Agrenda)**

3.6 Κομποστοποίηση

Η χρήση του κομπόστ στη γεωργική πρακτική ως λίπασμα ιδιαίτερα στις κηπευτικές καλλιέργειες, είναι γνωστή απ τα μεταπολεμικά χρόνια. Το κομπόστ, αποτελεί τον πρώτο και πλήρη τρόπο ανακύκλωσης όλων των φυσικών υλικών και η πραγματική πηγή γονιμότητας του εδάφους. Για το γεωργό και ιδιαίτερα το βιοκαλλιεργητή, το κομπόστ έχει πρωταρχική σημασία. Με τη κομποστοποίηση, την αποδόμηση ή το χώνεμα δηλαδή των οργανικών υλικών φυτικής προέλευσης, μη χρήσιμα φυτικά υλικά μετατρέπονται σε χρήσιμα για το φυτό, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στην ίδια τη φύση όπου παλιά φύλλα ενός δέντρου πέφτουν στο έδαφος, αποσυντίθενται και επιστρέφουν με την πάροδο του χρόνου στο μητρικό φυτό τα συστατικά τους (μεταλλικά στοιχεία, υδατάνθρακες, βιταμίνες κτλ) από το οποίο χρησιμοποιούνται ξανά για τη δημιουργία νέων βλαστικών οργάνων. Στην πράξη

,οργανικά υπολείμματα φυτικής ή ζωικής προέλευσης περιέχουν αξιοποιήσιμες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων τα οποία χάνονται για τον παραγωγό. Μια καλή δυνατότητα αξιοποίησης των στοιχείων που υπάρχουν στα υπολείμματα αυτά είναι η διαδικασία της κομποστοποίησης. Μια διαδικασία απλή, δεδομένου ότι μπορεί να την πραγματοποιήσει ο ίδιος ο παραγωγός στη εκμετάλλευσή του.

Η κομποστοποίηση είναι η διαδικασία της αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και της μετατροπής τους σε χούμο, σε ουσίες σχετικά σταθερές καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργιλοχουμικών συμπλόκων. Για μια αποτελεσματική αποδόμηση πρέπει να συντρέχουν ορισμένες προϋποθέσεις όπως το μέγεθος και η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών, η περιεκτικότητα σε νερό, η θερμοκρασία της μάζας, η παρουσία O_2 , N και C σε κανονικές αναλογίες καθώς επίσης και το Ph .

3.7 Κομπόστ από διάφορα υλικά

Για τη κατασκευή ενός κομπόστ είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και άλλα υλικά εκτός των φυτικών υλικών όπως είναι η τύρφη. Αυτά τα υλικά αναμειγνύονται με ανόργανα υλικά και κυρίως με χώμα και στη συνέχεια κομποστοποιούνται. Με τη κομποστοποίηση στοχεύεται η εντατική αποδόμηση των οργανικών ουσιών και η παραγωγή ενός τελικού προϊόντος το οποίο θα είναι εμπλουτισμένο με θρεπτικά συστατικά απ τα οποία αναμένεται να προκύψει θετική ωφέλεια για τα φυτά, τα μικρό-μακρό χλωρίδα του εδάφους και τις παραμέτρους γενικά που διαμορφώνουν τη γονιμότητα του εδάφους. Οι βασικοί στόχοι της λίπανσης με κομπόστ αλλά και γενικότερα με οργανικά λιπάσματα είναι: α) η κάλυψη σε οργανική ουσία των αναγκών του εδάφους και η ταυτόχρονη αύξηση των άργιλο-χουμικών συμπλοκών, β) η αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των θρεπτικών στοιχείων των οργανικών υλικών, γ) η αξιοποίηση των υπολειμμάτων με τρόπο που ελαχιστοποιούνται οι δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις και δ) η ελάττωση με έκπλυση των απωλειών των θρεπτικών στοιχείων λόγω προσρόφησης τους.

3.8 Τυρφοκομποστ-πλεονεκτήματα

Ο τύπος αυτός του κομποστ βρίσκει εφαρμογή κυρίως στη κηποτεχνία. Σε περιοχές που βρίσκονται κοντά σε τύρφες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και στη γεωργία, ενώ η χρήση του είναι περιορισμένη σε μεγάλες γεωργικές εκτάσεις λόγω του υψηλού κόστους μεταφοράς. Η θρεπτική κατάσταση της τύρφης σχετίζεται με τις συνθήκες σχηματισμού της και η βοτανική σύστασή της. Οι τύρφες γενικά είναι πλούσιες ή φτωχές σε θρεπτικά συστατικά, ανάλογα με τη τοποθεσία σχηματισμού τους. Η αξία της τύρφης σχετίζεται με την περιεκτικότητα της σε θρεπτικά στοιχεία καθώς και με την προσροφητική ικανότητα. Η τύρφη έχει κατά κανόνα 4-5 φορές μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το έδαφος και με την ενσωμάτωση τυρφοκομποστ σε αυτό, βελτιώνεται σημαντικά η ικανότητα της συγκράτησης νερού. Προκειμένου να περιορίζεται η απώλεια του νερού, είναι αναγκαία η κάλυψη του σωρού με χώμα. Σε περίπτωση που η χρησιμοποιούμενη τύρφη είναι φτωχή σε N ,συνίσταται η προσθήκη 10-15kg υπερφωσφορικού λιπάσματος/10 tn τύρφης ή το πότισμα με ούρα ή με 10-50 λίτρα 25%αμμωνιακού νερού.

Τα Πλεονεκτήματα της τύρφης σαν εδαφοβελτιωτικό είναι τα εξής:

- ♦ Συντελεί στη δημιουργία και διατήρηση καλής δομής του εδάφους, η οποία παρέχει καλή στήριξη στα φυτά και σωστή ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος.
- ♦ Αυξάνει το πορώδες του εδάφους, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της υδατοϊκανότητας και τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών αερισμού, διατηρώντας το έδαφος αφράτο.
- ♦ Το σκούρο χρώμα που προσδίδει η τύρφη στο έδαφος αυξάνει την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- ♦ Μειώνει τη δυνατότητα συμπίεσης του εδάφους από τα γεωργικά μηχανήματα και αυξάνει την αντίστασή του στη διάβρωση.

- ♦ Κατά την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας απελευθερώνονται διοξείδιο του άνθρακα, οργανικά οξέα, διάφορα κατιόντα και ανιόντα καθώς επίσης σχηματίζονται χουμικές ουσίες. Τα ανωτέρω οξέα ελευθερούμενα επηρεάζουν το pH του εδάφους και αυτό τη χημική αποσάθρωση των ορυκτών και αργίλων αυτού.
- ♦ Αυξάνει την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (I.A.K.) του εδάφους, δηλαδή την ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί θρεπτικά στοιχεία και να τα ανταλλάσσει με τις ρίζες σε μορφές αφομοιώσιμες από τα φυτά
- ♦ Η οργανική ουσία περιέχει αλλά και δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες για τη δράση και αύξηση των μικροοργανισμών (μύκητες, ακτινομύκητες, βακτήρια) του εδάφους με αποτέλεσμα την παραγωγή αυξητικών ορμονών και αντιβιοτικών.

3.9 Τα κόμποστ ως συστατικά υποστρωμάτων ανάπτυξης εκτός εδάφους καλλιεργειών

Αναλυτικά δεδομένα για τη σύνθεση και την παρασκευή υποστρωμάτων αναφέρονται από Β. Μανιό (1993). Στα υποστρώματα μεγάλη σημασία δίνεται στο πορώδες και μάλιστα στην κατανομή του. Ένα υπόστρωμα θεωρείται ότι είναι καλό αν το ολικό πορώδες είναι > του 85%, τα ολικά στερεά < 15%, συγκρατεί νερό σε $p_f = 1,5 > 45\%$, και περιέχει αέρα σε $p_f = 1,5 > 25\%$. Στα πρώτα τεχνητά υποστρώματα χρησιμοποιήθηκε η σύνθεση: Αμμοπηλώδες έδαφος: compost: άμμος στη αναλογία: 2:1:1 κ.ο. με προσθήκη 0,6 Kg CaCO_3 και 1,2 υπερφωσφορικό. (Bunt A. C. 1976).

Επίσης από εργασίες (Μανιό Β., κ.α., 1979, 1982, 1985, 1987α, Κριτωτάκης Ι., κ.α. 1984, 1987., Παρλαβαντζα κ.α.1994., Balis c. et al. 1994., 1995.), προκύπτουν στοιχεία για παραγωγή κομποστ, από φυτικά και ζωϊκά απορρίμματα καθώς και απ' αυτά των γεωργικών βιομηχανιών.

Τα τεχνητά υποστρώματα ανάλογα για το σκοπό που χρησιμοποιούνται διακρίνονται:

Υποστρώματα ανάπτυξης σποριόφυτων.

α. Από την αξιολόγηση του κομπόστ φύλλων ελιάς προέκυψαν καλύτερα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα με την σύνθεση: compost φύλλων ελιάς : τύρφη στη αναλογία 30-45:70-55 % κ.ο. αντίστοιχα με προσθήκη 70 l λεπτής άμμου Τυμπακίου ανά m³ υποστρώματος. Με την ίδια σύνθεση αλλά με κομπόστ που προέκυψε χωρίς προσθήκη αζώτου το υπόστρωμα έδωσε επίσης καλά αποτελέσματα. (Μανιός Β., κ. α., 1987).

β. Προτείνεται για σπορόφυτα η σύνθεση % κ.ο. : τύρφη ξανθιά : κομπόστ : άμμος η περλίτης στη αναλογία 60-70 : 30-40 και η προσθήκη 100 l / m³ άμμου ή περλίτη (Μανιός Β., κ. α., 1986).

Υποστρώματα ανάπτυξης κηπευτικών.

-Τομάτα σε σάκους (growth bags)

α. Προτείνεται για ανάπτυξη η σύνθεση: κομπόστ φλοιών : περλίτης στη αναλογία 80 : 20 % κ.ο. (Wilson G.C.S. 1984).

β. Προέκυψαν καλά αποτελέσματα όταν χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα με σύνθεση : κομπόστ από ΛΒΚΛ : έδαφος : φλοιοί κωνοφόρων στη αναλογία 1 : 1 : 1 σε καλλιέργεια φυτών τριανταφυλλιάς. (Shanks J.B. and Guin F,R., 1984).

- Κάθετη καλλιέργεια φράουλας.

α. Προέκυψαν καλύτερα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα με σύνθεση. : κομπόστ στεμφύλων : τύρφη ξανθιά : περλίτης η ελαφρόπετρα ξεπλυμένη στη αναλογία 10-20 : 10-20: 60-80 % κ.ο αντίστοιχα η υπόστρωμα με σύνθεση: κομπόστ στεμφύλων : τύρφη ξανθιά : περλίτης : χώμα αργιλοαμμώδες στη αναλογία 10-20 : 10 : 60-70 : 10-20 % κ.ο. αντίστοιχα. . (Μανιός Β., κ. α., 1985).

- Υποστρώματα ανάπτυξης ανθοκομικών.
- Γαρύφαλα σε γούρνες-σάκους (growth bags)

α. Προέκυψαν καλύτερα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα με σύνθεση: κομπόστ κοπριάς : τύρφη ξανθιά : περλίτης ή ελαφρόπετρα ξεπλυμένη : χώμα αργιλοαμμώδες στη αναλογία 20-30 : 30-40 : 20-30 : 10-20 % κ.ο. αντίστοιχα. (Μανιός Β. Ι., κ.α 1986).

- Υποστρώματα ανάπτυξης γλαστρικών.

- Αλκαλόφυτα

α. Προέκυψαν καλύτερα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα με σύνθεση: κομπόστ κοπριάς : τύρφη ξανθιά : περλίτης ή ελαφρόπετρα ξεπλυμένη στη αναλογία 30-40 : 30-40 : 20-40 % κ.ο. αντίστοιχα. Επίσης κομπόστ φύλλων ελιάς η κληματίδων, η στεμφύλων, με τύρφη στη αναλογία 2:1 έδωσαν τα ίδια αποτελέσματα με το υπόστρωμα της τύρφης :περλίτη με καλλιέργεια του μικρόφυλου φίκου . (Μανιός Β., κ. α., 1987β).

Υδροπονικά Συστήματα Γενικά.

α. Σε υδροπονικά συστήματα με σύνθεση υποστρώματος τύρφη : περλίτη στη αναλογία 75 : 25 αντίστοιχα, καλά αποτελέσματα έδωσε η αντικατάσταση τύρφης από κομπόστ φλοιών ελάτης κατά 50%, ή από κομπόστ φλοιών πεύκης κατά 25% ή κομπόστ κοκκοκάρυου κατά 25%, στα φυσικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος. (Verhagen J.B.G.M. 1999)

Οι ανάγκες σε κομπόστ στα τεχνητά υποστρώματα όπως προκύπτει εξαρτώνται από το είδος της καλλιέργειας, το χρησιμοποιούμενο κομπόστ και την εφαρμοζόμενη τεχνική. Η συμμετοχή του κυμαίνεται από 10 έως 80 % κ.ο.

Συμπερασματικά μπορούν να σημειωθούν τα ακόλουθα:

1. Οι ανάγκες της ελληνικής γεωργίας σε κομπόστ και ιδιαίτερα στη νότια και νησιωτική Ελλάδα είναι αυξημένες λόγω του ξηροθερμικού κλίματος αυτών των περιοχών και των απαιτητικών, σε οργανική ουσία καλλιεργειών, που γίνονται σε αυτές.

2. Στις παραπάνω περιοχές συνήθως δεν υπάρχει αρκετή ζωική κοπριά για να καλύψει αυτές τις ανάγκες. Αυτό το έλλειμμα μπορεί να καλυφθεί με την παρασκευή εδαφοβελτιωτικού από τα πάσης φύσεως οργανικά υπολείμματα αυτών των περιοχών όπως είναι, υπολείμματα καλλιεργειών, γεωργικών βιομηχανιών, αστικών απορριμμάτων και ιλύος βιολογικών καθαρισμών.

3. Η ποιότητα των κομπόστ και ιδιαίτερα η περιεκτικότητά τους σε οργανική ουσία (πρέπει να είναι αυξημένη) και η περιεκτικότητά τους σε βαριά μέταλλα (πρέπει να είναι περιορισμένη) παίζει καθοριστικό ρόλο τόσο στην αναλογία προσθήκης τους στο έδαφος όσο και σε ποιά καλλιέργεια μπορούν να προστεθούν ή όχι.

4. Τα κομπόστ αυτά από τη χρήση τους ως βελτιωτικών εδάφους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως συστατικά υποστρωμάτων για ανάπτυξη φυτών εκτός εδάφους.

5. Η σύνθεση των υποστρωμάτων εμπορίου για σπορόφυτα με βάση την τύρφη είναι:

Ξανθιά τύρφη: 30-50% κ.ο.

Μαύρη τύρφη: 50-70% κ.ο.

Άμμος λεπτή: 20-70l/m³

Στην περίπτωση παρασκευής των παραπάνω υποστρωμάτων με κομπόστ η τύρφη μπορεί να αντικατασταθεί έως το ποσοστό 50% και εξαρτάται από το κομπόστ.

6. Η σύνθεση των υποστρωμάτων εμπορίου για καλλωπιστικά φυτά γλάστρας είναι:

Ξανθιά τύρφη: γύρω στο 75% κ.ο.

Άμμος ή Περλίτης: γύρω στο 25% κ.ο.

Σ' αυτά τα υποστρώματα τα εδαφοβελτιωτικά μπορούν να αντικαταστήσουν περίπου το 50% της τύρφης σε αλκαλόφιλα φυτά.

7. Είναι ανάγκη να γίνεται πιστοποίηση του προϊόντος ιδιαίτερα εάν χρησιμοποιείται πρώτη ύλη σκουπίδια ή λάσπη βιολογικών και η διακίνηση να συνοδεύεται από στοιχεία ποιότητας ώστε να χρησιμοποιείται με την μέγιστη δυνατή ασφάλεια και ωφέλεια.

Ως γενικό συμπέρασμα μπορεί να σημειωθεί ότι η επαναφορά των οργανικών υπολειμμάτων με την διαδικασία του composting στη γεωργία, αποτελεί μια οικολογική και συγχρόνως αναγκαία πράξη, απαλλάσσοντας ταυτόχρονα το περιβάλλον από τα προβλήματα που δημιουργούν τα οργανικά υπολείμματα.

3.10 Προδιαγραφές ποιότητας των κόμποστ

Για την αξιολόγηση της ποιότητας των κομπόστ είναι απαραίτητο να γίνονται ορισμένες εργαστηριακές αναλύσεις. Παρακάτω σημειώνονται μια πρόσκαιρη μέθοδος προσδιορισμού

- **Υγρασία %**, σε υγρή βάση.
- **PH**
- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα EC (mS/cm)**
- **Οργανικός άνθρακα (C %)**
- **Οργανική ουσία**
- **Ολικό N**
- **Σχέση C / N**
- **NO₃⁻ - N Τα μακροστοιχεία Ca, Mg, P, με ατομική απορρόφηση, το K και το Na με φλωγοφωτόμετρο.**

Η κοκκομετρική κατανομή του μεγέθους των τεμαχιδίων των τελικών κομπόστ, με εδαφολογικά κόσκινα των 30 - 20 - 10 - 5 - 2 - και 1mm.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Χαρακτηρισμός διαφόρων τύπων λιγνίτη και τύρφης για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικού και οργανοχουμικών λιπασμάτων

4.1 Αναγκαιότητα του χαρακτηρισμού

Για την χρησιμοποίηση των λιγνιτών και τυρφών ως εδαφοβελτιωτικό και οργανοχουμικών λιπασμάτων τόσο για την καταλληλότητα τους όσο και για την επιλογή του βέλτιστου τύπου λιγνίτη ή τύρφης απαιτείται ένας χαρακτηρισμός ο οποίος περιλαμβάνει τις μεθοδολογίες εκείνες για την εκτίμηση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των συγκεκριμένων πρώτων υλών οι οποίες δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Α.ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Β.ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Γ.ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Περιεκτικότητα σε υγρασία (moisture content)	Περιεκτικότητα σε τέφρα(ash content)	Σημείο μάρανσης(wilting point,WP)
pH	Περιεκτικότητα σε C,H,N,S,O	
Ηλεκτρική αγωγιμότητα (electric conductivity,EC)	Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (water-holding capacity,WC)	
Πορώδες(porosity)	Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (cation exchange capacity,CEC)	
Περατότητα(permeability)	Περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά (humic and fulvic acids)	
	Περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές ομάδες (-COOH) και φαινολικές (-OH) ομάδες (carboxylic and phenolic groups)	
	Ταχύτητα ορυκτοποίησης αζώτου (nitrogen and mineralization rate)	
	Περιεκτικότητα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία (major and trace elements)	

Πίνακας 3.Χαρακτηρισμός ιδιοτήτων.

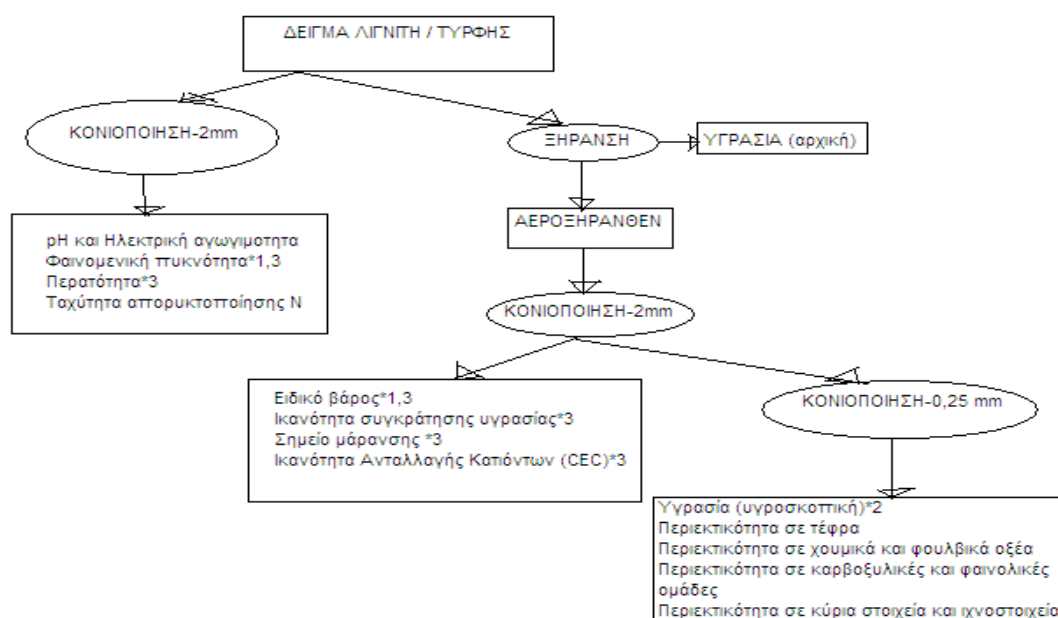
4.2 Μεθοδολογία

Καταρχάς η ομάδα εργασίας βγαίνει στην ύπαιθρο για τη συλλογή δειγμάτων τύρφης και λιγνίτη. Ακολουθεί εργαστηριακός προσδιορισμός και πολλές φορές σε διπλά δείγματα

(ομογενοποιημένα) ώστε να τεκμηριώνονται με σαφήνεια τ' αποτελέσματα και συμπεράσματα .

Τα εδάφη κατατάσσονται σε κλάσεις μηχανικής σύστασης ανάλογα με τα ποσοστά των μηχανικών κλασμάτων (άμμου-ιλύος-αργίλου) που συμμετέχουν στη σύνθεσή τους .Κάθε κλάση περιλαμβάνει ποσοτικούς συνδιασμούς άμμου, ιλύος και αργίλου οι οποίοι προσδίδουν στο έδαφος χαρακτηριστικές ιδιότητες διαφορετικές σε κάθε κλάση. Η διάμετρος των κόκκων της άμμου κυμαίνεται από 2,00 ως 0,05 mm ,της ιλύος από 0,05 ως 0,002 mm και της αργίλου <0,002 mm.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνητό εδαφικό υλικό με μέγεθος κόκκων<2mm(ιλυούχος άμμος).



*1:για τον υπολογισμό του πορώδους

*2:για τον υπολογισμό της ολικής υγρασίας

*3:εργαστηριακοί προσδιορισμοί σε έδαφος και μίγμα τύρφης/λιγνίτη-εδάφους σε αναλογία 1:19

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής(ΙΓΜΕ, 2002)

4.3Εργαστηριακοί προσδιορισμοί

Στο εργαστήριο προσδιορίζονται οι ακόλουθες ιδιότητες:

- 1.περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα(moisture and ash content)
- 2.pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα(electric conductivity, Ec)
- 3.περιεκτικότητα σε C,H,N,S,O
- 4.πορώδες(porosity)
- 5.περατότητα (permeability)
- 6.ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (water-holding capacity,WC)-
σημείο μάρανσης(wilting point,WP)
- 7.ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (cation exchange capacity,CEC)
- 8.περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά οξέα (humic and fulvic acids)
- 9.περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές ομάδες (-COOH) και φαινολικές (-
OH) ομάδες (carboxylic and phenolic groups)
- 10.ταχύτητα ορυκτοποίησης αζώτου (nitrogen mineralization rate)
- 11.περιεκτικότητα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία (major and trace
elements)

Οι προσδιορισμοί του πορώδους ,της περατότητας ,της ικανότητας συγκράτησης υγρασίας, του σημείου μάρανσης και της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων πραγματοποιείται σε μείγματα δείγματος /εδάφους με ποσοστό δείγματος 5% κ.β, προκειμένου να διαπιστωθεί η μεταβολή των ιδιοτήτων του εδάφους με την ανάμειξη οργανικής ύλης. Αναλυτικά οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν έχουν ως εξής:

4.3.1 Περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα

- Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η υγρασία υπολογίζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό κατά βάρος και συνιστά την ολική υγρασία ,που διακρίνεται στην αρχική και την υγροσκοπική (ASTM D173-92). Η αρχική υγρασία είναι το ποσοστό του νερού που εξατμίζεται σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ η υγροσκοπική είναι η απώλεια βάρους δείγματος λιγνίτη/τύρφης (που του έχει αφαιρεθεί η αρχική υγρασία) μετά τη θέρμανση του στους $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ για 24 ώρες. Προζυγισμένο δείγμα λιγνίτη ή τύρφης όπως είναι αφήνεται σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να αποκτήσει σταθερό βάρος .Η απώλεια βάρους οφείλεται στην απομάκρυνση της αρχικής υγρασίας. Επειδή το διάστημα που μεσολαβεί απ τη στιγμή της δειγματοληψίας μέχρι τον προσδιορισμό της υγρασίας είναι συνήθως μεγάλο και ενδεχομένως τα δείγματα να έχασαν μέρος του νερού τότε στα αποτελέσματα αναφέρεται ως υπολειμματική. Στη συνέχεια το δείγμα θερμαίνεται στους 105 ± 3 για 24 ώρες. Πιθανή απώλεια βάρους να οφείλεται στην απομάκρυνση της υγροσκοπικής υγρασίας. Το άθροισμα των δύο τιμών υγρασίας εκφράζει την ολική υγρασία του δείγματος.

- Περιεκτικότητα σε τέφρα

Η τέφρα αντιπροσωπεύει το στερεό υπόλειμμα ,που παράγεται απ τη τέλεια καύση ξηρού κονιοποιημένου δείγματος τύρφης ή λιγνίτη στους $550\pm 25^{\circ}\text{C}$ ή $750\pm 25^{\circ}\text{C}$ αντίστοιχα (ASTM D3174-93).

Αρχικά γίνεται προθέρμανση του φούρνου και στη συνέχεια τοποθετείται περίπου 1g ξηρού δείγματος τύρφης ή λιγνίτη για 4 ώρες στη αντίστοιχη θερμοκρασία.

4.3.2 Ph και ηλεκτρική αγωγιμότητα(Ec)

Για τη μέτρηση του Ph δείγμα λιγνίτη ή τύρφης όπως είναι κονιοποιημένο(βάρος επί ξηρού~10g) αναμειγνύεται με 250 ml απιονισμένο νερό ,.Το διάλυμα αναδεύεται έντονα και αφήνεται

περίπου 1 ώρα μέχρι να κατακαθίσουν τα θρεπτικά συστατικά. Στη συνέχεια μετρίεται το ρΗ με ρΗμετρο. Το προηγούμενο διάλυμα διέρχεται από διηθητικό χαρτί. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (σε $\mu\text{S}/\text{cm}$) μετρίεται στο διήθημα με ηλεκτρονικό αγωγιμόμετρο.

4.3.3 Περιεκτικότητα σε C,H,N,S,O

Με τη βοήθεια αυτόματου αναλυτή (Carlo Erba EAGER 200) προσδιορίζονται οι περιεκτικότητες στα στοιχεία C,H,N,S. Τα δείγματα κονιοποιούνται στα $-250\mu\text{m}$ (ASTM D3176-93). Η περιεκτικότητα σε οξυγόνο κάθε δείγματος υπολογίζεται έμμεσα με βάση το τύπο (όλες οι τιμές αναφέρονται σε δείγμα επί ξηρού και άνευ τέφρας):

$$\text{O} = 100 - (\text{C} + \text{H} + \text{N} + \text{S})$$

4.3.4 Πορώδες (μίγματα εδάφους –δείγματος)

Σύμφωνα με τους Danielson and Sutherland (1986) το ολικό πορώδες ενός εδάφους (P_t) προσδιορίζεται από τη σχέση :

$$P_t = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_p} \right)$$

όπου ρ_p = ειδικό βάρος

ρ_b = φαινόμενη πυκνότητα

Ο προσδιορισμός του ειδικού βάρους (ρ_p) γίνεται σύμφωνα με τη μέθοδο των Blake and Hartge (1986). Σε προζυγισμένη κωνική φιάλη 50 ml τοποθετούνται 25 g κονιοποιημένου αεροξηρανθέντος δείγματος του οποίου είναι γνωστή η υγρασκοπική υγρασία. Η φιάλη

επαναζυγίζεται με το περιεχόμενό της και προστίθενται 50 ml απιονισμένου νερού. Το διάλυμα θερμαίνεται σε θερμοκρασία βρασμού και αναδεύεται συνεχώς ώστε να αφαιρεθεί ο εγκλωβισμένος μεταξύ των κόκκων αέρας. Εν συνεχεία η φιάλη αφήνεται να κρυώσει σε θερμοκρασία δωματίου και συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι 50 ml. Μετريέται η θερμοκρασία του περιεχομένου και η φιάλη ζυγίζεται. Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία μόνο με απιονισμένο νερό προσέχοντας η τελική θερμοκρασία να είναι ίδια.

Το ειδικό βάρος δίνεται απ τη σχέση:

$$\rho_p = \rho_w \left(\frac{(W_s - W_a)}{(W_s - W_a) - (W_{sw} - W_w)} \right)$$

όπου

ρ_w =η πυκνότητα του νερού(g/cm³) στη θερμοκρασία μέτρησης
 W_s =το βάρος φιάλης και δείγματος (διορθωμένο ως προς την υγρασκοπτική υγρασία)

W_a =βάρος φιάλης

W_{sw} =το βάρος φιάλης με το δείγμα και νερό

W_w =το βάρος φιάλης με το νερό στη θερμοκρασία μέτρησης

Η φαινόμενη πυκνότητα ρ_b προσδιορίζεται ως εξής: το κονιοποιημένο δείγμα εισάγεται σε κυλινδρικό μεταλλικό δειγματολήπτη γνωστού όγκου, υφίσταται 100 κρούσεις και κατόπιν ξηραίνεται στους 105° C και ζυγίζεται. Απ το λόγο της μάζας προς τον όγκο του δείγματος προκύπτει η φαινόμενη πυκνότητα του δείγματος. Η διαδικασία αυτή αποτελεί εναλλακτική μέθοδο στην περίπτωση κοκκώδων εδαφών, καθώς επίσης και όταν το δείγμα είναι διαταραγμένο. Η μέθοδος παρουσιάζει το μειονέκτημα της επαναληψιμότητας λόγω της υποκειμενικότητας του χειριστή.

4.3.5 Περατότητα (μίγματα εδάφους-δείγματος)

Μπορεί να εφαρμοστεί η μεθοδολογία που αναφέρεται στη βιβλιογραφία για χαλαρά εδάφη (πχ Klute and Dirksen 1986, Κούκης και Σαμπατάκης 2002). Η περατότητα εκφράζεται απ το συντελεστή υδροπερατότητας ή υδραυλικής αγωγιμότητας $K(\text{cm/sec})$.

Τα κονιοποιημένα δείγματα ξηραίνονται στους 40°C για την απομάκρυνση της αρχικής τους υγρασίας. Χρησιμοποιούνται πλαστικοί κυλινδρικοί σωλήνες ,στους οποίους τοποθετούνται 500 g μίγματος δείγματος /εδάφους. Τα μίγματα τοποθετούνται στους σωλήνες και με κατακόρυφα χτυπήματα στην επάνω επιφάνειά τους συμπιέζονται, έτσι ώστε το τελικό ύψος τους μέσα στους σωλήνες να φτάσει στα 15 cm περίπου και στη συνέχεια προστίθενται απιονισμένο νερό μέχρι το ύψος των 10 cm περίπου πάνω απ την ελεύθερη επιφάνεια του συμπιεσμένου μίγματος.

Με ειδική διάταξη η στάθμη του νερού στο σωλήνα διατηρείται σταθερή καθ όλη τη διάρκεια της δοκιμής ,ενώ στο κάτω τμήμα του σωλήνα εφαρμόζεται ηθμός, έτσι ώστε να μην απομακρύνεται το υλικό του μίγματος. Το διερχόμενο νερό συλλέγεται σε ογκομετρικό σωλήνα. Παράλληλα μετράται ο χρόνος που χρειάζεται για τη δίοδο συγκεκριμένου όγκου νερού. Για κάθε δείγμα που έχουμε πραγματοποιούνται διαδοχικές μετρήσεις και υπολογίζεται ο συντελεστής K σε τυχαία χρονικά διαστήματα με βάση την εξίσωση

$$K = \frac{QL}{Aht}$$

όπου

Q =η ποσότητα του διερχόμενου νερού(cm^3)

L =μήκος δοκιμίου μέσα στον κυλινδρικό σωλήνα(cm)

A =η διατομή του κυλινδρικού σωλήνα (cm^2)

h =το ύψος της στήλης του νερού απ την ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια του νερού (cm)

t =ο χρόνος που απαιτείται για τη συγκέντρωση ποσότητας Q του διερχόμενου απιονισμένου νερού(sec)

Εν συνεχεία προσδιορίζεται ο μέσος όρος των συντελεστών K απ τις μετρήσεις για διαφορετικούς όγκους και χρονικά διαστήματα.

4.3.6 Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας –Σημείο μάρανσης (μίγματα εδάφους-δείγματος)

- Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας

Αναλόγως με το αν τα δείγματα είναι διαταραγμένα η αδιατάρακτα ακολουθούμε την ανάλογη μέθοδο. Για παράδειγμα αν είναι διαταραγμένα τότε το αεροξηραμένο δείγμα κονιοποιείται και στη συνέχεια τοποθετείται πάνω σε ειδική πορώδη κεραμική πλάκα και αφήνεται να κορεστεί με νερό για 12 h (Cassel and Nielsen 1986, Kretschmer 1996). Στη συνέχεια το δείγμα μαζί με τη κεραμική πλάκα τοποθετείται σε ειδικό θάλαμο, στον οποίο εφαρμόζεται πίεση 33Kpa (0,33bar) όπου παραμένει για 48 h. Ύστερα το δείγμα ζυγίζεται (M_1) και τοποθετείται σε ξηραντήριο στους 105° C για 2 h. Στη συνέχεια απομακρύνεται απ το ξηραντήριο και ζυγίζεται ξανά (M_2). Η διαφορά βάρους M_1-M_2 εκφράζει την ποσότητα του νερού, που το δείγμα μπορεί να συγκρατήσει. Η ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (WC) δίνεται απ τη σχέση:

$$WC = \left(\frac{M_w}{M_s} \right) 100$$

όπου

$M_w = M_1 - M_2$ μάζα νερού

$M_s = M_2$ μάζα δείγματος ξηραμένη στους 105° C για 2h

- Σημείο μάρανσης

Αεροξηραμένο δείγμα κονιοποιείται και στη συνέχεια τοποθετείται πάνω σε ειδική πορώδη κεραμική πλάκα και αφήνεται να κορεστεί με νερό για 12 h (Cassel and Nielsen 1986, DIN ISO 11274). Στη συνέχεια το δείγμα μαζί με τη κεραμική πλάκα τοποθετείται σε ειδικό θάλαμο, στον οποίο εφαρμόζεται πίεση 1500kPa (15 bar), όπου και παραμένει για 48 h. Μετά το δείγμα ζυγίζεται (M_1) και τοποθετείται στο ξηραντήριο στους 105° C για 2h. Όταν το δείγμα αφαιρείται απ το ξηραντήριο, ζυγίζεται ξανά (M_2). Η διαφορά M_1-M_2 εκφράζει την ποσότητα του νερού κατά την επίτευξη του σημείου μάρανσης.

Το σημείο μάρανσης (WP) δίνεται απ τη σχέση:

$$WP = \left(\frac{M_w}{M_s} \right) * 100$$

όπου

$$M_w = M_1 - M_2$$

$$M_s = M_2 \text{ μάζα δείγματος ξηραμένη στους } 105^{\circ}\text{C για } 2\text{h}$$

4.3.7 Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (μίγματα εδάφους – δείγματος)

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC) προσδιορίζεται με βάση τη μεθοδολογία, που περιγράφουν οι Rhoades(1982) και Gillman and Sumpter (1986). Ζυγίζεται φιαλίδιο φυγοκέντρου με ακρίβεια τρίτου δεκαδικού. Προστίθενται 2 g δείγματος και 20ml 0,1M BaCl₂*2H₂O και αναδεύονται για 2h. Το διάλυμα φυγοκεντρείται στις 10.000rpm και αφαιρείται το αιώρημα. Προστίθενται 20 ml 0,002M BaCl₂*2H₂O το διάλυμα αναδεύεται για 1 ώρα και στη συνέχεια φυγοκεντρείται στις 10.000rpm και αφαιρείται το αιώρημα. Αυτό το στάδιο επαναλαμβάνεται 2 φορές. Πριν τη τρίτη φυγοκέντρηση μετράται το pH.

Μετά τη τρίτη φυγοκέντρηση απομακρύνεται το αιώρημα, προστίθενται 10 ml 0,005M MgSO₄*7H₂O και το διάλυμα αναδεύεται για 1 ώρα. Παρασκευάζεται πρότυπο διάλυμα 0,0015M MgSO₄*7H₂O και προσδιορίζεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα. Εάν η μετρούμενη αγωγιμότητα του δείγματος δεν είναι 1,5 φορά η αγωγιμότητα του πρότυπου διαλύματος προστίθενται σταδιακά 0,1 ml διάλυμα 0,1M MgSO₄*7H₂O μέχρι να επιτευχθεί η συγκεκριμένη τιμή (σημειώνεται η προστιθέμενη ποσότητα). Προσδιορίζεται το Ph του δ/τος στο φιαλίδιο της φυγοκέντρου. Εάν διαφέρει από τη τιμή Ph περισσότερο από 0,1 από τη προηγούμενη μέτρηση, προστίθενται σταγόνες 0,005 H₂SO₄ μέχρι το Ph να λάβει την τιμή που θέλουμε. Αναδεύοντας προστίθενται σταγόνες απιονισμένου νερού, μέχρι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος γίνει ίση μ αυτή του διαλύματος 0,0015M MgSO₄*7H₂O. Προσαρμόζεται εναλλάξ η τιμή του Ph και της αγωγιμότητας μέχρι τα διαλύματα αποκτήσουν τις επιθυμητές τιμές και το δείγμα ζυγίζεται.

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων προσδιορίζεται με τη βοήθεια των εξισώσεων:

1.Ολικό διάλυμα (ml) (με την υπόθεση ότι 1ml ζυγίζει 1g)=τελικό βάρος φιαλιδίου(g)-βάρος φιαλιδίου(g)-βάρος δείγματος

2.Mg στο διάλυμα (meq)=ολικό διάλυμα (ml)*0,003 (meq/ml) MgSO_4 , (0,0015M MgSO_4 έχουν 0,003 meq/ml)

3.Ολικό προστεθέν Mg (meq)=meq στα 10 ml του 0,005M MgSO_4 , (0,1 meq)+ meq στο προστεθέν 0,1M MgSO_4 (ml του 0,1M MgSO_4 *0,2 meq/ml)

4.CEC (meq/100g)=[αποτέλεσμα εξίσωσης (3)-αποτέλεσμα εξίσωσης (2)]*50(το 50 είναι για αναγωγή των 2 g σε 100g

4.3.8 Περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά οξέα

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χουμικά και φουλβικά οξέα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια τροποποιημένη μέθοδος, που βασίζεται στις μεθοδολογίες της International Humic Substances Society, που αφορά σε εδάφη (IHSS www.ihss.gatech.edu/isolation.html, Swift 1996) και του προτύπου ISO 5073 (1985) ,που αφορά στον προσδιορισμό χουμικών οξέων σε ορυκτούς άνθρακες. Περίπου 2 gr δείγματος (ισοδύναμης μάζας οργανικής ουσίας, επί ξηρού και άνευ τέφρας) τοποθετούνται σε φιάλη των 250 ml. Προστίθενται 100 ml αντιδραστηρίου 0,1 M NaOH και η φιάλη σφραγίζεται και αναδεύεται για 24h σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια διαχωρίζεται το διάλυμα (σκούρου χρώματος) απ το στερεό υπόλειμμα με φυγοκέντρηση .Η διαδικασία επαναλαμβάνεται ,μέχρι το διάλυμα που λαμβάνεται μετά τη φυγοκέντρηση να είναι διαυγές. Το τελικό στερεό υπόλειμμα αποτελεί το κλάσμα των χουμινών .Το διάλυμα που συγκεντρώνεται απ όλες τις φυγοκεντρήσεις και συνιστά το κλάσμα των χουμικών συστατικών, οξειδώνεται με πυκνό HCl μέχρι Ph 1.Στη συνέχεια με φυγοκέντρηση διαχωρίζεται το διαλυτό υλικό (FA:φουλβικά οξέα)από το κροκιδωμένο (HA:χουμικά οξέα).

Τα χουμικά οξέα ξηραίνονται στους 70° C για 48 ώρες και ζυγίζονται. Στη συνέχεια προσδιορίζεται η περιεχόμενη τέφρα (καύση στους 550° C) και οι τιμές ανάγονται σε ποσοστά επί τοις εκατό κατά βάρος. Το διάλυμα των φουλβικών οξέων διηθείται μέσω της ρητίνης XAD-8, η οποία εξ ορισμού (IHSS www.ihss.gatech.edu/isolation.html) κατακρατεί το κλάσμα των φουλβικών οξέων. Η ρητίνη στη συνέχεια ξεπλένεται για την απομάκρυνση των φουλβικών οξέων και το διάλυμα που προκύπτει, διέρχεται μέσω ρητίνης κατιοανταλλαγής (CER). Στη συνέχεια το διάλυμα υφίσταται λυοφιλοποίηση, έτσι ώστε να απομονωθούν τα φουλβικά οξέα, τα οποία ζυγίζονται και ανάγονται σε ποσοστό επί τοις εκατό κατά βάρος.

4.3.9 Περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές και φαινολικές ομάδες

- **Καρβοξυλικές ομάδες (-COOH)**

Εφαρμόζεται η μέθοδος που περιγράφεται απ τον Schnitzer(1982). Δείγμα γαιάνθρακα (ελεύθερο ανόργανων συστατικών, που λαμβάνεται με επίδραση διαλύματος HCl-H₂SO₄) βάρους 50-100 mg τοποθετείται σε φιάλη των 125ml (με πώμα) και προστίθενται 10 ml 0,1 N Ca(Oac)₂ και 40 ml αποσταγμένου νερού ελεύθερου CO₂. Το διάλυμα με το δείγμα αναδεύεται για 24ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια διηθείται το εναιώρημα και ξεπλένεται προσεκτικά το υπόλειμμα με αποσταγμένο νερό ελεύθερο CO₂. Το διήθημα και το υλικό της πλύσης συγχωνεύονται και τιτλοδοτούνται με διάλυμα 0,1N NaOH μέχρι pH 9,8. Έπειτα γίνονται οι υπολογισμοί

$$[(\text{όγκος δείγματος}-\text{όγκος τυφλού}) \cdot \text{κανονικότητα NaOH} \cdot 1000] / \text{βάρος δείγματος (mg)} = \text{meq-COOH ομάδες/g}$$

- **Φαινολικές ομάδες (-OH)**

Η περιεκτικότητα σε φαινολικές ομάδες (σε meq-g δείγματος) προσδιορίζεται απ τη σχέση

Φαινολικές ομάδες=ολική οξύτητα-CO₂H ομάδες

Υπολογισμός ολικής οξύτητας

Δείγμα γαιάνθρακα (ελεύθερο ανόργανων συστατικών που λαμβάνεται με επίδραση διαλύματος HCl-H₂SO₄) βάρους 50-100 mg τοποθετείται σε φιάλη των 125 ml (με πώμα) και προστίθενται 20 ml 0.2 N Ba(OH)₂. Ταυτόχρονα προετοιμάζεται τυφλό δείγμα με 20 ml 0,2 N Ba(OH)₂. Ο αέρας από κάθε φιάλη εκδιώκεται με τη βοήθεια ρεύματος αερίου αζώτου. Έπειτα οι φιάλες σφραγίζονται και αναδεύονται για 24 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Το εναιώρημα που προκύπτει διηθείται και ξεπλένεται προσεκτικά το υπόλειμμα με αποσταγμένο νερό ελεύθερο CO₂. Το διήθημα και το υλικό της πλύσης συγχωνεύονται και τιτλοδοτούνται με διάλυμα 0,5 N HCl μέχρι το Ph να γίνει 8,4. Η ολική οξύτητα υπολογίζεται:

$$[(\text{όγκος τυφλού}-\text{όγκος δείγματος}) \cdot \text{κανονικότητα HCl} \cdot 1000] / \text{βάρους δείγματος (mg)} = \text{meq ολική οξύτητα/g}$$

4.3.10 Ταχύτητα ορυκτοποίησης αζώτου

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας ορυκτοποίησης σε μείγμα δείγματος/εδάφους ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία (π.χ Smith et al. 1980) :

1. Σε μείγμα δείγματος/εδάφους (1:1) βάρους 15g προστίθενται ίση ποσότητα χαλαζία και το μείγμα τοποθετείται σε υαλοβάμβακα

2.Το μείγμα ξεπλένεται με 100 ml 0,01N CaCl_2 και στο έκπλυμα προσδιορίζεται η περιεχόμενη αμμωνία και τα νιτρικά

3.Στη συνέχεια στο αρχικό μείγμα προστίθενται 25 ml θρεπτικού διαλύματος (μείγμα K_2SO_4 , CaSO_4 , CaH_2PO_4 , MgSO_4) για την ανάπτυξη μικροβιακού πληθυσμού. Η επώαση γίνεται σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 25° C για μια εβδομάδα.

4.Με την ολοκλήρωση του χρόνου επώασης το μείγμα ξεπλένεται με 100 ml CaCl_2 0,01N και στο έκπλυμα προσδιορίζεται η περιεχόμενη αμμωνία και τα νιτρικά.

5.Η διαδικασία επώασης-έκπλυσης –προσδιορισμού αμμωνίας και νιτρικών επαναλαμβάνεται κάθε εβδομάδα για 3 συνεχείς μήνες.

Ο προσδιορισμός αμμωνίας και νιτρικών γίνεται με χρήση φασματοφωτομετρίας (συσκευή HACH DR 4000) σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Page et al.(1982).

4.3.11.Περιεκτικότητα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία

- **Περιεκτικότητα συνολικής συγκέντρωσης στοιχείων και ιχνοστοιχείων**

Κονιοποιημένο ξηρό δείγμα (105° C) βάρους ~0,25g χωνεύτηκε με επίδραση $\text{HF-HClO}_4\text{-HNO}_3$ σε φούρνο μικροκυμάτων Milestone MLS 1200 MEGA (Cheburkin and Shotyk 1996)

- **Περιεκτικότητα σε βιοδιαθέσιμα στοιχεία και ιχνοστοιχεία**

Κονιοποιημένο ξηρό δείγμα (105°C), μάζας $\sim 2\text{g}$ εμβαπτίζεται σε διάλυμα 1M MgCl_2 (Ph 7) όγκου 16 ml και αναδεύεται συνεχώς για 2 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. (Li et al.1995,Wang et al.2002). Η ανάλυση πραγματοποιείται στο διήθημα της παραπάνω διαδικασίας .

Τα διαλύματα που προκύπτουν απ τις παραπάνω διαδικασίες αναλύονται με τη βοήθεια φασματομετρίας ατομικής απορρόφησης (AAS) για τα κύρια στοιχεία Ca, Fe, K, Mg και Na και φασματομετρίας μάζας επαγωγικού ζεύγους πλάσματος (ICP-MS) για τα ιχνοστοιχεία, $\text{As, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, U, Zn, Co, Mo, Ba, B, Ga, Rb, Sr, V}$. Τα συγκεκριμένα ιχνοστοιχεία σε υψηλές συγκεντρώσεις συνιστούν ιδιαίτερα τοξικούς ρυπαντές. Η περιεκτικότητα του P προσδιορίζεται με χρήση φασματοφωτόμετρου (συσκευή HACH DR 4000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Εκτίμηση αποτελεσμάτων μεθοδολογίας χαρακτηρισμού

Έχοντας εφαρμόσει τη μεθοδολογία του χαρακτηρισμού διαφόρων τύπου λιγνίτης και τύρφης η οποία έγινε στο προηγούμενο κεφάλαιο μπορούμε να προβούμε στον σχολιασμό των αποτελεσμάτων ο οποίος θα μας επιτρέψει τη σωστή εφαρμογή των καταλληλων τύπων λιγνιτών και τυρφών ως εδαφοβελτιωτικών μέσων και οργανοχουμικών λιπασμάτων.

5.2 Σχολιασμός αποτελεσμάτων μεθοδολογιών

5.2.1 Περιεκτικότητα σε υγρασία και τέφρα

Βάσει της υπολειμματικής υγρασίας των δειγμάτων βρίσκουμε ποια δείγματα έχουν το μέγιστο και ποια το μικρότερο ποσοστό υγρασίας κάνοντας ένα διάγραμμα της ολικής κ.β υγρασίας με τα υπό μελέτη δείγματα γαιανθράκων. Πρέπει να δοθεί προσοχή στο αν τα δείγματα που ληφθούν είναι σε διαταραγμένη κατάσταση γιατί τότε η υγρασία που προσδιορίζεται δε μπορεί να θεωρηθεί ως η φυσική.

Η τιμή της περιεχόμενης τέφρας των δειγμάτων μας βοηθά στο χαρακτηρισμό τους. Αν για παράδειγμα παρουσιάσουν ποσοστό τέφρας που ξεπερνά το 50% θεωρούνται λάσπες με περιορισμένη περιεκτικότητα οργανικού υλικού.

5.2.2 Ph και ηλεκτρική αγωγιμότητα(eC)

Οι μετρήσεις pH χαρακτηρίζουν τα δείγματα ως όξινα ,ουδέτερα ,βασικά σύμφωνα με τις κατηγορίες εδαφών όπως ορίζονται από το USDA (<http://soils.usda.gov>). Για παράδειγμα δείγματα με pH (5,5-6,5) ως ελαφρώς όξινα ή με Ph (6,6-7,3) ως ουδέτερα.

Με τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας προσδιορίζεται ουσιαστικά η συγκέντρωση αλάτων στο δείγμα. Η υψηλή τιμή Ec επομένως ερμηνεύεται ως υψηλή αλατοπεριεκτικότητα στο δείγμα και αντίστροφα. Τα κύρια ανόργανα διαλυμένα συστατικά που συνεισφέρουν στην Ec, είναι K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{2-} (Rhoades 1996)

5.2.3 Περιεκτικότητα C,H,N,S

Βρίσκουμε τη μέγιστη και ελάχιστη τιμή όσον αφορά το στοιχειακό άνθρακα C, το υδρογόνο H, το άζωτο N, το θείο S. Από τις τιμές του λόγου C/N βρίσκουμε αν έχουμε εμπλουτισμό ή απεμπλουτισμό αζώτου. Αν για παράδειγμα τα δείγματα είναι φτωχά σε άζωτο τότε αυτό πιθανότατα να οφείλεται σε οξείδωση ή ωρίμανση των δειγμάτων.

5.2.4 Πορώδες

Κάνουμε ένα διάγραμμα της εκατοστιαίας μεταβολής του πορώδους μετά από μείξη με 5% κ.β δείγματος για να δούμε αν τα δείγματα στο σύνολο τους προκάλεσαν αύξηση, δηλαδή βελτίωση του πορώδους του εδάφους ή μείωση. Επιπρόσθετα προσδιορίζεται το πορώδες των δειγμάτων γαιάνθρακα και βρίσκουμε υψηλές ή χαμηλές τιμές .

5.2.5 Περατότητα

Αν γίνει προσπάθεια προσομοίωσης των συνθηκών συμπίεσης των δειγμάτων με αντίστοιχες συνθήκες που επικρατούν στο προς καλλιέργεια υπόστρωμα τότε η διαδικασία που ακολουθείται για τον προσδιορισμό του συντελεστή K , δεν είναι ίδια με αυτή που προτείνεται στα διάφορα διεθνή πρότυπα. Γι αυτό μπορεί να παρατηρηθεί μια σημαντική απόκλιση της τάξης μεγέθους της τιμής του συντελεστή K που προσδιορίζεται εργαστηριακά απ αυτόν της βιβλιογραφίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μη συμπίκνωση των δειγμάτων (δοκιμή Proctor και εύρεση της βέλτιστης υγρασίας συμπίεσης) πριν από τη δοκιμή περατότητας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων. Παρ όλα αυτά από τη δοκιμή Proctor μπορεί να διαφανεί η βέλτιστη υγρασία συμπίεσης. Αν η διαφορά των τιμών που προκύπτουν απ τις δοκιμές περατότητας είναι στα όρια του σφάλματος τότε συνεπάγεται ότι η αναλογία μείξης εδάφους-δείγματος δεν επιτρέπει την εξαγωγή απόλυτων συμπερασμάτων και προτείνεται σε επόμενο στάδιο η μελέτη της περατότητας σε ως έχει δείγματα λιγνίτη. Σ αυτή την περίπτωση τα αποτελέσματα θα είναι υποβοηθητικά έτσι ώστε να εκτιμηθεί η περατότητα σε περίπτωση μίξης με εδάφη.

Από τη μεταβολή της υδραυλικής ροής συναρτήσει του χρόνου υπολογίζεται η ιδανική καμπύλη ροή για κάθε δείγμα και αποτυπώνεται η πραγματική καμπύλη ροής όπως προκύπτει απ τα δεδομένα των εργαστηριακών μετρήσεων. Σε διάγραμμα προβάλλουμε την εκατοστιαία μεταβολή του συντελεστή διαπερατότητας K , ο οποίος εκφράζει την περατότητα του εδάφους μετά από μίξη με 5%κ.β δείγματος. Απ το διάγραμμα αυτό μπορούμε να δούμε ποια δείγματα προκάλεσαν αύξηση ή ελάττωση του συντελεστή διαπερατότητας.

Ο προσδιορισμός της περατότητας και του πορώδους αποτελεί ένα μέσο αξιολόγησης των φυσικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων. Τα φυσικά χαρακτηριστικά σχετίζονται με τη κυκλοφορία του αέρα και του νερού. Σε περίπτωση που το δείγμα είναι διαταραγμένο αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για τον προσδιορισμό αυτό, ενώ για απόλυτες μετρήσεις της φαινόμενης πυκνότητας (για τον προσδιορισμό του πορώδους) απαιτείται αδιατάρακτο δείγμα. Οι τιμές μπορεί να μην είναι απόλυτες και να εκφράζουν ημι-ποσοτικά τις μεταβολές λόγω ανομοιομορφίας των δειγμάτων, διαφυγής υγρασίας κατά τη δειγματοληψία(επηρεάζει τη διαβροχή των οργανικών συστατικών) ή

λόγω της πιθανής διαταραγμένη υφής επέδρασε σημαντικά στον προσδιορισμό της περατότητας.

5.2.6 Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας-σημείο μάρανσης

Η ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατήσει ένα έδαφος είναι πολύ σημαντική παράμετρος για την ανάπτυξη των φυτών. Ωστόσο δεν είναι διαθέσιμη στα φυτά όλη η ποσότητα του νερού, που συγκρατείται από το έδαφος. Ο όρος ικανότητα συγκράτησης υγρασίας εκφράζει τη ποσότητα του νερού που μπορεί να συγκρατήσει το έδαφος σε συνθήκες πεδίου, ενώ ο όρος σημείο μάρανσης εκφράζει την ποσότητα του νερού που παραμένει στο έδαφος χωρίς οι ρίζες των φυτών να είναι σε θέση να το αποδεσμεύσουν.

Σε διάγραμμα αποτυπώνεται η εκατοστιαία μεταβολή της ικανότητας συγκράτησης υγρασίας (WC) του εδάφους μετά από ανάμειξη με 5%κ.β δείγματος, μέσω αυτού μπορούμε να δούμε ποια δείγματα προκάλεσαν αύξηση, δηλαδή βελτίωση της ικανότητας αυτής του εδάφους. Καλύτερα αποτελέσματα είναι αυτά με τα μεγαλύτερα ποσοστά αύξησης.

Σε άλλο διάγραμμα αποτυπώνεται η εκατοστιαία μεταβολή του σημείου μάρανσης(WP) του εδάφους μετά από ανάμειξη με 5%κ.β δείγματος. Παρατηρούνται ποια δείγματα προκαλούν αύξηση της περιεχόμενης υγρασίας του εδάφους στο σημείο μάρανσης.

Η ικανότητα συγκράτησης υγρασίας (WC) και το σημείο μάρανσης (WP) αποτελούν τις δύο παραμέτρους υπολογισμού της διαθέσιμης υγρασίας (AW) στα φυτά σύμφωνα με τη σχέση $[AW]=[WC]-[WP]$.

5.2.7 Ικανότητα Ανταλλαγής κατιόντων (CEC)

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC) είναι μια παράμετρος των εδαφών ,που υποδηλώνει την ικανότητα τους για συγκράτηση κατιόντων. Η ικανότητα αυτή καθορίζεται από τη ποσότητα αργιλικών ορυκτών ή και χουμικών συστατικών ,που περιέχονται στο έδαφος .Αυτά τα δύο συστατικά αποτελούν ουσιαστικά την αποθήκη κατιόντων σ ένα έδαφος και είναι πολύ σημαντικά, γιατί βελτιώνουν τη θρεπτική ικανότητα και την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας του εδάφους .Τα αμμώδη εδάφη με μικρό ποσοστό οργανικής ύλης έχουν μικρή CEC, ενώ αργιλικά και χουμώδη εδάφη παρουσιάζουν μεγαλύτερη CEC. Μείωση της τιμής CEC προκαλεί μείωση στην αποτελεσματικότητα του εδάφους να συγκρατεί και να διαθέτει στα φυτά θρεπτικά συστατικά.

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων CEC εκφράζεται σε meq ανά 100g εδάφους .Ένα meq ισούται με την ποσότητα ενός στοιχείου ή ένωσης που θα αντικαταστήσει ένα meq υδρογόνου. Απ τις τιμές που προκύπτουν βλέπουμε αν το έδαφος παρουσιάζει μικρή ή μεγάλη CEC ,αν για παράδειγμα η τιμή CEC είναι μικρή τότε σημαίνει ότι περιέχει μικρή ποσότητα αργίλων. Επίσης και τις τιμές στα μίγματα που προκύπτουν από ανάμιξη των δειγμάτων λιγνίτη και εδάφους, μάλιστα καλύτερα αποτελέσματα είναι αυτά που έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό.

5.2.8 Περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά συστατικά

Τα κύρια κλάσματα των χουμικών συστατικών είναι τα χουμικά και τα φουλβικά οξέα. Η διάκριση γίνεται ανάλογα με τη διαλυτότητά τους:

Α)χουμικά οξέα: το κλάσμα ,που είναι διαλυτό σε αλκαλικό διάλυμα ,αλλά κροκιδώνεται σε $pH < 2$. Έχει χρώμα σκούρο καστανό ως μαύρο,

Β)φουλβικά οξέα : το κλάσμα που είναι διαλυτό σε όξινες αλλά και αλκαλικές συνθήκες .έχει χρώμα ανοιχτό κίτρινο ως κίτρινο καστανό,

Παρατηρούμε που κυμαίνονται η μέγιστη τιμή και η ελάχιστη για τη περιεκτικότητα σε χουμικά και φουλβικά οξέα. Τα δείγματα με τις υψηλότερες τιμές σε χουμίνες είναι αυτά που είναι περισσότερα ενανθρακωμένα απ τα υπόλοιπα

5.2.9 Περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές και φαινολικές ομάδες

Παρατηρούμε ποια δείγματα παρουσιάζουν τη μέγιστη και ποια την ελάχιστη περιεκτικότητα σε καρβοξυλικές και φαινολικές ομάδες.

5.2.10 Ταχύτητα ορυκτοποίησης αζώτου

Η ορυκτοποίηση αζώτου είναι μια διεργασία μετατροπής του οργανικού αζώτου σε ανόργανες μορφές(αμμωνία και νιτρικά) μέσω της δράσης μικροοργανισμών. Η διεργασία αυτή συντελεί στην αύξηση του βιοδιαθέσιμου αζώτου καθώς τα φυτά δεν είναι ικανά να απορροφήσουν το άζωτο οργανικών ενώσεων. Η διεργασία της ορυκτοποίησης του αζώτου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το τύπο του εδάφους ,την περιεχόμενη οργανική ύλη ,το ολικό άζωτο ,το λόγο C/N,το Ph ,τη θερμοκρασία ,την υγρασία ,την οξύτητα του εδάφους ,τα περιεχόμενα θρεπτικά συστατικά και την αλληλεπίδραση εδάφους-φυτού(Smith et al.1980).

Παρατηρείται η πορεία το ρυθμού ορυκτοποίησης του N (καταγράφονται σε πίνακα αθροιστικά τα αποτελέσματα της ορυκτοποίησης του αζώτου μέσω της επώασης των δειγμάτων με θρεπτικό διάλυμα σε διάρκεια 12 εβδομάδων).

Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία η διαδικασία ορυκτοποίησης του αζώτου ακολουθεί μη γραμμικά μοντέλα πρώτου βαθμού(Pereira et.al 2005) από τα οποία προκύπτουν οι παράμετροι της ορυκτοποίησης του αζώτου που είναι το δυνητικά ορυκτοποιήσιμο

άζωτο και ο ρυθμός ορυκτοποίησης. Τα μαθηματικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν για τον προσδιορισμό του δυνητικά ορυκτοποιήσιμου αζώτου εφαρμόζονται κυρίως για βιολύματα των οποίων τόσο η οργανική σύσταση και δομή όσο και η περιεκτικότητα σε ολικό άζωτο είναι διαφορετικές απ' αυτές των γαιανθράκων. Επειδή για γαιάνθρακες δεν υπάρχει αντίστοιχη βιβλιογραφική αναφορά εφαρμόζονται παρόμοια μοντέλα και για λόγους σύγκρισης. Το πλέον αποδεκτό μοντέλο που εφαρμόζεται είναι αυτό των Smith et al.(1980) οι οποίοι περιέγραψαν την ορυκτοποίηση αζώτου με μια απλή εκθετική σχέση σύμφωνα με την οποία η ποσότητα του ορυκτοποιημένου αζώτου είναι συνάρτηση του δυνητικά ορυκτοποιήσιμου αζώτου (το κλάσμα του ολικού οργανικού αζώτου που δύναται να ορυκτοποιηθεί). Η προτεινόμενη εξίσωση είναι η εξής:

$$N_m = N_0(1 - e^{-kt})$$

Όπου :

N_m = η ποσότητα του ορυκτοποιημένου αζώτου σε μια δεδομένη στιγμή
 N_0 = η ποσότητα του δυνητικά ορυκτοποιήσιμου αζώτου
 k = σταθερά ρυθμού πρώτου βαθμού
 t = χρόνος επώασης

Σύμφωνα με τους Serna και Pomares (1992) ο ρυθμός ορυκτοποίησης δίνεται απ' το πηλίκο N_0k και αποτελεί τη ποσότητα του αζώτου που ορυκτοποιείται στη μονάδα του χρόνου (συνήθως μιας βδομάδας) κάτω από ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας.

Απ' τα αποτελέσματα βλέπουμε ποια παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ταχύτητα ορυκτοποίησης του αζώτου και ποια τις μικρότερες.

5.2.11 Περιεκτικότητα σε κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία

- **Ολική συγκέντρωση στοιχείων και ιχνοστοιχείων**

Η περίπτωση της διαφοροποίησης των γεωχημικών δεδομένων υποδηλώνει τους διαφορετικούς χημισμούς των αντίστοιχων γεωλογικών περιθωρίων των λεκανών ανθρακογένεσης απ' τις οποίες προέρχονται τα δείγματα. Ελέγχονται οι ποσότητες των

Ca,Fe,Mg,K,Na.Αν τα δείγματα είναι φτωχά σε Κ (<1%) απαιτείται προσθήκη Κ σε ενδεχόμενη εφαρμογή ως εδαφοβελτιωτικό.

Αναφορικά με τα ιχνοστοιχεία οι συγκεντρώσεις τους ελέγχονται ως προς τη τοξικότητα. Σε περίπτωση που ξεπερνούν τα όρια των τιμών τοξικότητας πρέπει να ληφθεί υπόψη ο ενδεχόμενος μεγάλος βαθμός αραίωσης αυτών κατά την εφαρμογή τους καθώς θα αποτελούν μικρό ποσοστό(<10%) του υποστρώματος

	ΤΣΕ ² (ppm)	ΕΥ ¹ (ppm)
As	50	10
Cd	8	5
Cr	100	50
Cu	125	2
Mn	3000	50
Ni	100	20
Pb	200	10
U		
Zn	400	
Co	50	
Mo	10	
Ba		
B	100	1000
Ga		
Rb		
Sr		
V	100	

Πίνακας 4.

¹:Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια πόσιμου νερού σε µg/l,Directive 98/83/CE(EC1998)

²:ΤΣΕ-Τοξικές συγκεντρώσεις σε εδάφη (Kabata-Pendias and Pendias 1989)

- **Περιεκτικότητες σε βιοδιαθέσιμα στοιχεία και ιχνοστοιχεία**

Το κλάσμα αυτό αντιπροσωπεύει τα χημικά στοιχεία ,τα οποία βρίσκονται ελεύθερα προσροφημένα στις επιφάνειες των εδαφικών

κόκκων και είναι εύκολα ανταλλάξιμα(exchangeable fraction).Τα στοιχεία K,P είναι απαραίτητα για τη καλή ανάπτυξη των φυτών και πρέπει να ελεγχθεί αν παρουσιάζουν διακυμάνσεις ή όχι .Παρατηρούμε που έχουμε μέτρια ,περιορισμένη ή και σημαντική έκπλυση.

5.2.12 Βαθμός καθαρότητας γαιανθράκων

Εφαρμόζοντας τη ταξινόμηση του ECE-UN(1998) χαρακτηρίζουμε τα δείγματα μας.

5.2.13 Βαθμός ενανθράκωσης

Σε χαμηλού βαθμού ωρίμανσης γαιάνθρακες την ορθότερη παράμετρο προσδιορισμού του βαθμού ενανθράκωσης συνιστά η υγρασία. Σε περίπτωση διαταραγμένης υφής των παραληφθέντων δειγμάτων η προσδιοριζόμενη υγρασία δε δύναται να αξιολογηθεί ως παράμετρος ενανθράκωσης.

Για την εκτίμηση του βαθμού ενανθράκωσης αλλά και για να αναγνωριστούν τα γενικά χαρακτηριστικά της οργανικής ύλης υπολογίζονται οι ατομικοί λόγοι H/C και O/C και προβλήθηκαν στο διάγραμμα van Krevelen (van Krevelen 1993).

Για παράδειγμα αν δείγματα τύρφης παρουσιάσουν έντονο απεμπλουτισμό σε O υποδηλώνει ότι υπέστησαν οξείδωση επομένως εμφανίζονται σχετικά εμπλουτισμένα σε C.Αν τώρα παρουσιάζουν εμπλουτισμό σε H-ούχες οργανικές ενώσεις πιθανόν να συνδέεται με εμπλουτισμό σε άλγες (σχηματισμός σε εντονότερα λιμνοτελματικές συνθήκες).

5.2.14 Επίδραση ανόργανης σύστασης

Συσχετίζοντας τις δύο παραμέτρους pH και eC παρατηρούμε αν υπάρχει αρνητική ή θετική συσχέτιση. Στην περίπτωση αρνητικής

υποδηλώνει ότι τα διαλυμένα άλατα μειώνουν το Ph .Επίσης τις παραμέτρους eC , S_t όπου σε περίπτωση θετικής συσχέτισής τους δείχνει την σημαντική επίδραση του ανόργανου τμήματος του ολικού θείου στη κύμανση της E_c και του Ph .Η θετική συσχέτιση αυτή μπορεί να δικαιολογηθεί αν στα δείγματα παρατηρηθεί η παρουσία γύψου ή η παρουσία σιδηροπυρίτη η οποία συνιστά δυσμενή παράγοντα στην αξιοποίηση γαιανθράκων ως εδαφοβελτιωτικών λόγω οξείδωσης του και τροφοδότησης με SO_4 . Η τυχόν παρουσία σιδηροπυρίτη και η συνεπαγόμενη οξείδωση σε υδατικό περιβάλλον συνάγεται και από τη θετική συσχέτιση μεταξύ του εκπλυόμενου Fe και S_t . Απαιτείται έτσι μια διερεύνηση της ορυκτολογικής σύστασης και των μορφών του περιεχόμενου στα δείγματα θείου για να εξαχθούν τελικά συμπεράσματα ως προς τη καταλληλότητα χρήσης των δειγμάτων που παρουσιάζουν μεγάλη συγκέντρωση σε θείο(>4%). Σε περίπτωση αυξημένων θειούχων ή και θειικών ορυκτών δεν αποκλείεται η εφαρμογή της τύρφης ή του λιγνίτη σε αλκαλικά εδάφη.

5.3 Στατιστική επεξεργασία

5.3.1 Στατιστική επεξεργασία γεωχημικών δεδομένων

Μετά την πραγματοποίηση των χημικών αναλύσεων των συλλεχθέντων δειγμάτων μιας γεωχημικής έρευνας, ακολουθεί συνήθως η στατιστική εκτίμηση των δεδομένων, με τη βοήθεια της οποίας οδηγούμαστε στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

- **Ολικές συγκεντρώσεις**

Για τη στατιστική επεξεργασία των γεωχημικών δεδομένων (κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία) εφαρμόζεται παραγοντική ανάλυση τύπου R σε πίνακα που περιέχει τις συγκεντρώσεις των στοιχείων ανηγμένες σε βάση ελεύθερου οργανικού υλικού καθώς και την περιεκτικότητα σε τέφρα επί ξηρού. Κύριο στόχο της στατιστικής επεξεργασίας αποτελεί ο προσδιορισμός της χημικής συγγένειας των στοιχείων και κυρίως η σύνδεση με το οργανικό υλικό ώστε να εκτιμηθούν ενδεχόμενες τοξικές συμπεριφορές. Χρησιμοποιώντας το μοντέλο των 5 παραγόντων ,ο πρώτος παράγοντας ομαδοποιεί

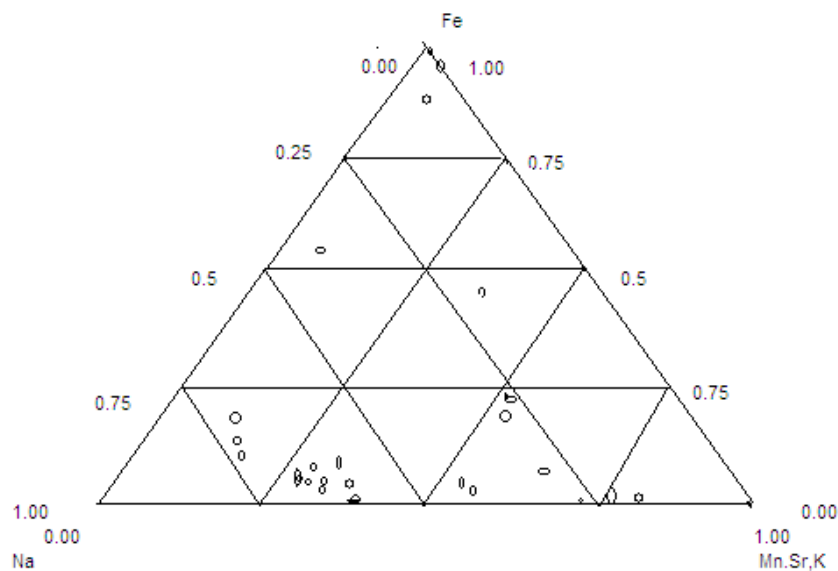
τα στοιχεία Cr,Li,Mo,Na,U ,V. Η παρουσία των περισσότερων απ τα παραπάνω στοιχεία συνδέεται με τα αργιλικά ορυκτά που βρίσκονται στους γαιάνθρακες(Finkelman 1994,Swaine and Goodarzi 1995).Ο δεύτερος παράγοντας τα στοιχεία B,Ba,Ga,Mn,Sr .Σε περίπτωση υψηλής αρνητικής φόρτισης της τέφρας αυτού του παράγοντα δείχνει ότι τα στοιχεία αυτά συνδέονται περισσότερο με το οργανικό μέρος των παραπάνω δειγμάτων .Ο τρίτος παράγοντας ομαδοποιεί τη τέφρα με τα στοιχεία Cr,Co,Cu,Ga,K,Li,Ni,Pb,Zn και μας δείχνει αν συνδέονται με το ανόργανο μέρος των δειγμάτων. Με βάσει τις φορτίσεις του τέταρτου παράγοντα τα στοιχεία Be,Ga,Li ,Pb δείχνουν τη κοινή προέλευση κάποιων ενδεχομένως δειγμάτων. Τέλος ο πέμπτος παράγοντας ομαδοποιεί τα στοιχεία As,Co,Ni,Fe που συνδέονται με θειούχα μεταλλικά ορυκτά(σιδηροπυρίτης ,μαρκασίτης, αρσеноπυρίτης).

- **Βιοδιαθέσιμες συγκεντρώσεις**

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας (παραγοντική ανάλυση τύπων R ,Q) των βιοδιαθέσιμων συγκεντρώσεων για τα δείγματα αποτελούν ένα μέτρο για την εκτίμηση της κινητικότητας των στοιχείων σε κάθε δείγμα. Σε περίπτωση τυφών παρουσιάζουν κοινό χαρακτηριστικό τον βαθμό ενανθράκωσης.

Παρατηρούμε ποια δείγματα παρουσιάζουν αυξημένη κινητικότητα για τα K,P τα οποία θεωρούνται απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη των φυτών. Επιπλέον αν εμφανίζουν αυξημένη κινητικότητα για τα στοιχεία που θεωρούνται τοξικά(As,Co,Cr,Cu,Mn,Mo,Ni,Pb,V,Zn).Πάντως η ανάμιξη των δειγμάτων με έδαφος σε ποσοστό καθιστά τις συγκεντρώσεις αυτές σημαντικά χαμηλότερες .

Απ την παραγοντική ανάλυση τύπου Q βλέπουμε πόσες διαφορετικές τάσεις αποδέσμευσης στοιχείων δρούν ανταγωνιστικά.



Διάγραμμα2. Παράδειγμα διαγράμματος διαφοροποίησης των δειγμάτων με βάση τη βιοδιαθεσιμότητα στα στοιχεία των κορυφών(παραγοντική ανάλυση τύπου Q)(ΙΓΜΕ)

5.3.2 Στατιστική επεξεργασία φυσικών και χημικών παραμέτρων

Εφαρμόζεται παραγοντική ανάλυση τύπου R μεταξύ των παραμέτρων pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα (Ec) ,περιεκτικότητες σε τέφρα (A),χουμικά οξέα (XO) και καρβοξυλικές ομάδες (-COOH) ,διαθέσιμη υγρασία (AW),ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC),ο ρυθμός ορυκτοποίησης του αζώτου (N_0k) και τους ατομικούς λόγους O/C και C/N.

5.4 Έλεγχος καταλληλότητας των δειγμάτων

Λογικό είναι τα υπό μελέτη δείγματα να παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα φυσικών και χημικών ιδιοτήτων, τόσο ως προς τον βαθμό ωρίμανσης, όσο και ως προς την περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά. Από εργαστηριακές μετρήσεις του ΙΓΜΕ προέκυψε ότι η προσθήκη έστω και περιορισμένης ποσότητας οργανικών ιζημάτων στο έδαφος (5%κ.β) τα φυσικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση. Η πιθανή δυσμενής επίδραση της ανόργανης φάσης στις υπό μελέτη ιδιότητες είναι δυνατό να μειωθεί με επιλογή και αξιοποίηση καθαρότερων πρώτων υλών. Αν τα δείγματα παρουσιάσουν υψηλές περιεκτικότητες σε ΧΟ αυτό βελτιώνει την απόδοσή τους ως οργανοχουμικά.

Για τη τελική αξιολόγηση των υπό μελέτη γαιανθράκων χρησιμοποιείται μια ημιποσοτική μέθοδος κατηγοριοποίησης της επίδρασης κάθε παραμέτρου στο ζητούμενο που αποτελεί τη βέλτιστη απόδοση. Για το σκοπό αυτό κάθε παράμετρος που προσδιορίζεται βαθμολογείται αυθαίρετα και σχετικά με ένα συντελεστή από 0-3.

Για τη καταλληλότητα των δειγμάτων ως εδαφοβελτιωτικών ιδιαίτερη σημασία δίνεται στις παραμέτρους: τέφρα, Ρh, πορώδες, διαπερατότητα, διαθέσιμη υγρασία (υψηλή βαρύτητα) και ικανότητα κατιοανταλλαγής, ρυθμός ορυκτοποίησης του αζώτου (μέτρια βαρύτητα)

Για τη καταλληλότητα των δειγμάτων για την Παρασκευή οργανοχουμικών λιπασμάτων ιδιαίτερη σημασία δίνεται στις παραμέτρους: ικανότητα κατιοανταλλαγής, ρυθμός ορυκτοποίησης του αζώτου, περιεκτικότητα σε χουμικά οξέα και ενεργές ομάδες (υψηλή βαρύτητα).

Δείγματα που παρουσιάζουν την υψηλότερη συνολική βαθμολογία (>17) και δυνητικά συνιστούν τα καταλληλότερα για αξιοποίηση (βέλτιστη απόδοση). Ικανοποιητική απόδοση (15-17), Μέτρια απόδοση (10-15), Μη ικανοποιητική απόδοση (<10)

Τέφρα (A)	<30	3	6,6-7,3
%κ.β	30-50	Ph	5,5-6,5
2	50-60	2	4,5-5,5
1	>60	1	<4,5
0		0	
	<u>Μεταβολή¹</u>		
Πορώδες (P _t)	<30	Περατότητα	<u>Μεταβολή¹</u>
1	>30	(K)	θετική
1,5		0,5	
AW	<5	(*10 ⁻⁴ cm/s)	αρνητική
0		0	
%	5-25	XO	<20
1	25-50	1	20-50
2	>50	2	>50
3		3	
-COOH	≤1		
0	1-2	C/N	<30
1	≥ 2	3	30-40
2		2	40-60
N ₀ k	>1000	1	>60
3		0	
mg N/kg	500-1000		
2			
δείγματος	<500		
1			

Πίνακας5. Παράδειγμα βαθμολόγησης των παραμέτρων που προσδιορίζονται(ΙΓΜΕ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 Συμπεράσματα

Έχοντας πια ολοκληρωθεί η πτυχιακή εργασία το μόνο που απομένει είναι να συγκεντρώσουμε και να καταγράψουμε τα διάφορα συμπεράσματα που προκύπτουν .

Η παρούσα εργασία αποτελεί έναν οδηγό για το πώς μπορεί να γίνει η αναγνώριση και καταγραφή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των γαιανθράκων ,σε σχέση με τη καταλληλότητά τους για χρήση ως εδαφοβελτιωτικά και για την παραγωγή οργανοχουμικών λιπασμάτων έτσι ώστε να παραχθούν προϊόντα που βελτιώνουν την ισορροπία και την υγεία των φυτών κρατώντας τη παραγωγικότητα σε υψηλά επίπεδα .

Η πληθώρα των γεωλογικών μεταλλευμάτων στον Ελλαδικό χώρο μας επιτρέπει την χρήση τύρφης και λιγνίτη για την βελτίωση των χαρακτηριστικών και άλλων εδαφικών τύπων (αμμώδη, αργιλώδη) και τη συγκράτηση θρεπτικών συστατικών (N,P,K,Mg,Cu..) αλλά και οργανικών ενώσεων (πχ εντομοκτόνων) απ τις τύρφες και τους λιγνίτες.

Η συντριπτική πλειοψηφία της γεωργικής γης Ευρώπης πάσχει από υπερεκμετάλλευση που πραγματοποιείται εδώ και αιώνες. Αυτό έχει οδηγήσει σε μια σημαντική μείωση του οργανικού περιεχομένου του εδάφους π.χ. το μέρος του εδάφους που προκύπτει από τη βιολογική δραστηριότητα - από τα νεκρά φυτά και το ζωικό λίπασμα μέχρι και τα σκουλήκια και τους μικροοργανισμούς που τρέφονται μέσα από αυτά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το έδαφος να μετατρέπεται σε μη απορροφητικό και η κατάσταση αυτή οδηγεί σε διάβρωση, μειωμένη παραγωγικότητα, περισσότερες πλημμύρες και απώλεια της πολύτιμης επιφανειακής γόνιμης γης.

Γνωρίζουμε πως η χρήση ανόργανων λιπασμάτων παρουσιάζει πολλές δυσμενείς επιπτώσεις όπως είναι : αλλοίωση βιολογικής

ποιότητας –ελάττωση βιοποικιλότητας , υποβάθμιση βιολογικής ποιότητας νερού(ευτροφισμός-ανάπτυξη αλγών ,αλλοίωση μακροφυτικών πληθυσμών, κίνδυνοι δημόσιας υγείας) εξαιτίας $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, προσθήκη βαρέων μετάλλων στα εδάφη από φωσφορικά λιπάσματα, οξίνιση εδαφών και επιφανειακών νερών ή παραγωγή νιτρώδους οξέος από αζωτούχα, εξαλάτωση εδαφών.

Ειδικότερα γνωρίζουμε πως τα ανόργανα λιπάσματα απορροφώνται από τα φυτά χωρίς να υποστούν τη συνηθισμένη επεξεργασία από τα βακτήρια του εδάφους. Το αποτέλεσμα είναι να μειώνεται η αντίσταση του φυτού στις διάφορες ασθένειες, πράγμα που οδηγεί σε ακόμη μεγαλύτερη χρήση φυτοφαρμάκων. Επί πλέον η ευδιαλυτότητα τους και η ταχεία αφομοίωσή τους από το φυτό υποκαθιστά πολλές λειτουργίες των ριζών με αποτέλεσμα να μειώνεται η πρόσληψη άλλων χρήσιμων συστατικών από το έδαφος. Έτσι τα προϊόντα που παράγουν αυτά τα φυτά είναι περιορισμένης περιεκτικότητας σε άλλα στοιχεία. Τα αζωτούχα λιπάσματα συχνά μετατρέπουν τα εδάφη σε όξινα όπου, το όξινο περιβάλλον κάνει πιο διαλυτά τα βαρέα μέταλλα, όπως ψευδάργυρο, το μαγγάνιο, το χαλκό, που είναι τοξικά για τα φυτά. Στο έδαφος υπάρχουν κάποιοι μικροοργανισμοί που κάνουν διάφορες εκκρίσεις, χρήσιμες για τα φυτά, και που μετασχηματίζουν επίσης διάφορες οργανικές ενώσεις του εδάφους, πλούσιες σε διάφορα στοιχεία, τις οποίες τα φυτά απορροφούν, δίνοντας, έτσι στα προϊόντα τους μια πλούσια χημική σύσταση. Τα ανόργανα λιπάσματα όμως σκοτώνουν αυτούς τους μικροοργανισμούς. Και όχι μόνο αυτούς αλλά και τους γαιοσκώληκες, που με τις τρύπες τους που ανοίγουν στο έδαφος βοηθούν στον εξαερισμό και στην οξυγόνωση των ριζών του φυτού.

Παράλληλα καταστρέφουν το έδαφος με δύο τρόπους. Κατ' αρχήν προκαλούν χημική διάβρωση, αποσυνθέτοντας την κολλοειδή ουσία του αργίλου. Έπειτα, με κάποιες αντιδράσεις δημιουργούν ένα είδος σόδας που προκαλεί τη λεγόμενη τσιμεντοποίηση του εδάφους. Το έδαφος σε βάθος 10-50 cm γίνεται σκληρό σαν πέτρα. Η περιεκτικότητα μερικών φυτών σε οξαλικό οξύ αυξάνει με την υψηλή αζωτούχα λίπανση. Το οξαλικό οξύ φτάνει μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο, όπου δεσμεύει το αναγκαίο ασβέστιο, προκαλώντας ραχίτιδες και πέτρα στα νεφρά. Από τα αζωτούχα λιπάσματα επίσης αλλάζει η σχέση καλίου προς νάτριο. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ελλιπή οργανοληπτική σύσταση των φυτών, πράγμα που επιδρά αρνητικά στην υγεία του ανθρώπου.

Επιπλέον δημιουργούνται νιτρώδη οξείδια που πηγαίνουν στην ατμόσφαιρα και καταστρέφουν το όζον, για τη σημασία του οποίου έχουμε εκτενώς γράψει.

Για να αφομοιωθούν αυτού του είδους λιπάσματα (που παρεμπιπτόντως καταλαμβάνουν το 55% της παγκόσμιας κατανάλωσης σε λιπάσματα και ξοδεύουν πάνω από το 90 % της ενέργειας που χρειάζεται για την παρασκευή τους) πρέπει να μετατραπούν σε νιτρικά άλατα (NO_3) και στη συνέχεια σε αμμωνιακές ενώσεις από τις οποίες σχηματίζονται τα αμινοξέα και στη συνέχεια οι πρωτεΐνες του φυτού. Όμως τα νιτρικά άλατα που προέρχονται από τα αζωτούχα λιπάσματα, δεν μετατρέπονται όλα σε αμμωνιακές ενώσεις, αλλά ένα μέρος τους ανάγεται σε νιτρώδη άλατα (NO_2) που είναι δηλητηριώδη για τα ζώα και ανθρώπους, και στη συνέχεια σε νιτροζαμίνες που είναι καρκινογόνες. Τα λιπάσματα δεν απορροφώνται εξολοκλήρου από τα φυτά. Μια σημαντική ποσότητα απ' αυτά περνάει στα υπόγεια δίκτυα του νερού, και από εκεί σε ποτάμια και λίμνες δημιουργώντας το φαινόμενο του ευτροφισμού. Τα λιπάσματα δηλαδή δίνουν τροφή σε φυτικούς οργανισμούς (κυρίως μικροσκοπικά φύκια) που καθώς αυξάνονται υπερβολικά καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου, κάνοντας έτσι αδύνατη τη ζωή στους υπόλοιπους οργανισμούς, φυτικούς και ζωικούς. Πολλά από αυτά μάλιστα εκκρίνουν τοξίνες.

Η προσθήκη κομπόστ στο έδαφος όχι μόνο επικεντρώνεται αμέσως στα προβλήματα αλλά έχει προσθέσει οικονομικά οφέλη, εφόσον απαιτείται λιγότερη άρδευση και λιγότερα ανόργανα λιπάσματα. Υπάρχει επίσης ένα αυξανόμενο πλήθος επιστημονικών ερευνών που αναφέρουν ότι το κομπόστ μπορεί να μειώσει τις ασθένειες των φυτών, κι ως εκ τούτου να μειωθεί η ανάγκη για φυτοφάρμακα. Προστατεύουν το έδαφος απ τη διάβρωση η οποία αποτελεί τον μεγαλύτερο κίνδυνο υποβάθμισης των λοφώδων εδαφών γιατί επιφέρει δραστική μείωση του βάθους, της γονιμότητας και της παραγωγικότητας των εδαφών καθώς και της βλάστησης και απ την έκπλυση, βελτιώνουν τα συνεκτικά και βαριά εδάφη, αυξάνουν την απορροφητική ικανότητα των ελαφρών εδαφών, βελτιώνουν τη δομή του εδάφους, αυξάνουν την υδατοχωρητικότητα του εδάφους, επιβραδύνουν την πορεία ξήρανσης του εδάφους, ενισχύουν τη δραστηριότητα των μακρο-μικροοργανισμών του εδάφους, τροφοδοτούν τα φυτά με απαραίτητα μακρο-μικρό στοιχεία αλλά και χουμικούς παράγοντες που ο ρόλος τους είναι σημαντικός στην όλη διαδικασία θρέψης

των φυτών. Παράλληλα επιβραδύνουν την πορεία οξίνισης του εδάφους ,αυξάνουν την παραγωγικότητα του εδάφους.

Το έδαφος σε σχέση με τα φυτά λειτουργεί ως δεξαμενή θρεπτικών στοιχείων αλλά και νερού και οξυγόνου και η γονιμότητα του εξαρτάται –επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως υφή, δομή, μηχανική- χημική και ορυκτολογική σύσταση ,χημικές ιδιότητες, κολλοειδή, υδατοχωρητικότητα ,υδροπερατότητα, αποστράγγιση, πορώδες, αερισμός ,ειδικό βάρος, χημική αντίδραση (Ph και ΙΑΚ- ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία (χούμο) κλπ, βιολογική δραστηριότητα των μικροοργανισμών ,σκουληκιών, μυκόριζων κλπ που με την αλληλοεξάρτηση και αλληλοεπίδραση μεταξύ τους κάνουν το έδαφος ένα πολυσύνθετο και πολύπλοκο δυναμικό σύστημα .

Οι πλέον καθοριστικές ιδιότητες για έλεγχο καταλληλότητας τυρφών και λιγνιτών για τη παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και οργανοχουμικών λιπασμάτων είναι οι: βαθμός ενανθράκωσης, ο λιθότυπος, η περιεκτικότητα σε τέφρα, η ικανότητα κατιοανταλλαγής και η περιεκτικότητα σε χουμικά συστατικά αλλά και σε ρυπαντικά /τοξικά ιχνοστοιχεία. Υψηλές περιεκτικότητες σε ΧΟ βελτιώνουν την απόδοση τους ως οργανοχουμικά. Έστω και η μικρή προσθήκη οργανικών ιζημάτων στο έδαφος βελτιώνουν πάντως τα φυσικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον πρέπει να ελέγχεται και ορυκτολογική σύσταση των πρώτων υλών(παρουσία θεικών και θειούχων ορυκτών).

Σημασία για τη κανονική θρέψη των φυτών δεν έχει μόνο η συγκέντρωση στο εδαφικό διάλυμα κάθε θρεπτικού στοιχείου αλλά και η συνολική συγκέντρωση αλάτων καθώς και η αναλογία μεταξύ των συγκεντρώσεων. Υπάρχουν σχέσεις συνεργισμού ή ανταγωνιστικότητας μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων ώστε η απορρόφηση ενός στοιχείου να ευνοείται ή να παρεμποδίζεται απ την ύπαρξη σε μεγάλη ποσότητα ενός άλλου στοιχείου .Υπάρχει ένα ελάχιστο ,ένα βέλτιστο και ένα μέγιστο συγκέντρωσης κάθε θρεπτικού στοιχείου στην οποία μπορεί ν αναπτυχθεί κάθε φυτό. Όταν η συγκέντρωση είναι κάτω απ το ελάχιστο εκδηλώνονται τροφопενίες στα φυτά ενώ όταν υπερβαίνει το μέγιστο εκδηλώνονται ασθένειες που οφείλονται σε τοξικότητα. Η διαφορά μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης συγκέντρωσης είναι πολύ μικρότερη για τα ιχνοστοιχεία παρά για τα μακροστοιχεία.

6.2 Προτάσεις

Στα πλαίσια της εργασίας μας και στη βάση των παραπάνω συμπερασμάτων προτείνονται τα ακόλουθα:

1. Να δοθεί προσοχή στο τρόπο εφαρμογής της λίπανσης γιατί μια ενδεχόμενη άκαιρη, λανθασμένη , ακατάλληλη ή υπερβολική λίπανση μπορεί να ζημιώσει τα φυτά , να αυξήσει την ευαισθησία τους σε προσβολές από ασθένειες και έντομα και να μολύνει τα υπόγεια νερά. Η υπερβολική καλλιέργεια , η συμπίεση , η κακή στράγγιση , η μόλυνση , οι υπερβολικές ή οι ανεπαρκείς λιπάνσεις και αρδεύσεις , η έκπλυση , η διάβρωση κλπ έχουν καταστροφική επίδραση στη γονιμότητά του.

2. Η γεωργική δραστηριοποίηση των σύγχρονων καλλιεργητών να βασίζεται σε πρακτικές φιλικές προς το περιβάλλον οι οποίες θα συμβάλλουν όσο το δυνατόν περισσότερο, στην προστασία του εδαφικού ανάγλυφου, της χλωρίδας και της πανίδας κάθε περιοχής..

3. Να εξεταστεί η εφαρμογή γαιανθράκων σε εξωηλεκτρικές χρήσεις όπως σε πειραματικές φυτεύσεις λχ για παραγωγή οπωροκηπευτικών προϊόντων όσο και σε αποκαταστάσεις υποβαθμισμένων περιοχών πχ παλιών μεταλλευτικών εκμεταλλεύσεων(ορυχεία) .

4. Να εξεταστεί η δυνατότητα χρήσης των τυρφών και των λιγνιτών στην παραγωγή διαλυμάτων χουμικών και φουλβικών οξέων, προϊόντων ιδιαίτερα υψηλής προστιθέμενης αξίας. Επιπλέον μπορεί να γίνει εξέταση των τυρφών αλλά και των πλουσίων σε χουμικά συστατικά λιγνιτών σε διάφορες άλλες εφαρμογές όπως υλικά καθαρισμού αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων (συγκράτηση βαρέων μετάλλων και οργανικών ρυπαντών), σε αντικατάσταση των χρησιμοποιούμενων ζεόλιθων στις ζωοτροφές. Η πρότασή μας για στροφή σ' αυτού του είδους τη λιπασματοποίηση γίνεται λόγω του πλούτου της Ελλάδας σε ανεκμετάλλευτη τύρφη και λιγνίτη αλλά και της γνώσης μας σε ανεκμετάλλευτα υπάρχοντα ορυχεία τα οποία υποβαθμίζουν το περιβάλλον και τα οποία μπορούν να αποκατασταθούν με την

χρήση γαιανθράκων. Επιπλέον η εντατικοποίηση της καλλιέργειας της γης, σε συνδυασμό με την καταστροφή των δασών από πυρκαγιές και την εμπορική υπερεκμετάλλευσή τους, έχουν κάνει τα εδάφη πολύ φτωχά σε οργανική ύλη. Η διάβρωσή τους είναι το επόμενο βήμα πριν την τελική ερημοποίηση. Η «λύση» για τη συνέχιση της καλλιέργειας της γης είναι η υπερβολική χρήση λιπασμάτων που έχει πολλαπλές αρνητικές επιπτώσεις στα νερά, στην πανίδα και φυσικά στον άνθρωπο. Το κομπόστ, δηλαδή το προϊόν της κομποστοποίησης, επιστρέφει στο έδαφος τις απαραίτητες για τη γονιμότητά του οργανικές και ανόργανες ουσίες.

5.Επίσης πρόταση μας είναι να στραφούμε στη παραγωγή κομπόστ και οργανοχουμικών λιπασμάτων από γαιάνθρακες που θα μας αποτρέψουν απ τη χρήση των τόσο ρυπογόνων για τους υδροφόρους ορίζοντες αλλά και για το έδαφος ανόργανων λιπασμάτων.

Έτσι λοιπόν γίνεται κατανοητό πως μια νέου είδους λιπασματοποίηση με χρήση γαιανθράκων θα γίνει ασπίδα για την προστασία του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Παπανικολάου Κασσιανή .Άτλαντας ελληνικών γαιανθράκων ανθρακοπετρογραφικοί παράμετροι ποιότητας - βιοδείκτες : επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας

Παπανικολάου Κ.-Κώτης Θ. , Λιγνίτες στην Ελλάδα: ιδιότητες, χρήσεις και προοπτικές.

Ανδρονικίδης Νικόλαος .μεταπτυχιακή διατριβή ΜΗΧΟΠ .Διερεύνηση δυνατότητας παραγωγής εμπλουτισμένων προϊόντων λιγνίτη με τη μέθοδο της εκλεκτικής ελάττωσης μεγέθους και τη χρήση της μεθόδου των βαρέων διάμεσων.

Σικαλίδης Κ.1 , **Καραγιαννίδης Ν. ΑΠΘ**, Χρησιμοποίηση ορυκτών πρώτων υλών και μιγμάτων τους ως εδαφοβελτιωτικών.

Γαλετάκης Μιχάλης, διδακτορική διατριβή ΜΗΧΟΠ, προσδιορισμός της ποιότητας λιγνίτη που εξορύσσεται με τη συνεχή μέθοδο εκμετάλλευσης από πολυστρωματικά κοιτάσματα.

Πολυράκης Γ. Περιβαλλοντική γεωργία pp.62,191,206,218

ΥΠΕΧΩΔΕ, Προσωρινές εθνικές τεχνικές προδιαγραφές, Φυτοτεχνικά έργα-Συντήρηση Πρασίνου-Λίπανση

Παπανικολάου.Κ.,Κώτης.Θ.,Κοκκινάκης.Π.,Βρεττός,.Κ.,Δημητρίου.Δ., Καραγεωργίου.Δ. .Έρευνα και μελέτη επιλεγμένων κοιτασμάτων οργανογενών πρώτων υλών για τη δυνατότητα αξιοποίησής τους σε εξωηλεκτρικές χρήσεις : Συμπεριλαμβάνει : Παράρτημα I (σε 2 τεύχη) " Μελέτη για τη δυνατότητα χρήσης των ελληνικών γαιανθράκων ως προσροφητικών και μέσων ιοντοεναλλαγής σε φίλτρα για τον καθαρισμό πόσιμου νερού, αστικών λυμάτων και απόνερων ελαιουργείου" (Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμ. Μηχανικών Περιβάλλοντος), Παράρτημα II " Μελέτη για τη χρήση των ελληνικών λιγνιτών ως προσροφητικών υλικών (adsorbents) για την συγκράτηση αερίων ρύπων" (Πολυτεχνείο Κρήτης), Παράρτημα III " Μελέτη για τη χρήση του ελληνικού λιγνίτη στην παραγωγή ρευστών γεωτρήσεων" (Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Ορυκτών Πόρων), Παράρτημα IV " Μελέτη για τη δυνατότητα αξιοποίησης μικρών λιγνιτικών κοιτασμάτων και τυρφώνων για την παραγωγή εδαφοβελτιωτικών και

οργανοχουμικών λιπασμάτων" (Πανεπιστήμιο Πατρών , Τμήμα Γεωλογίας) : Γ'Κ.Π.Σ. 7.3.1.1(χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη των πληροφοριών σχετικά με τους εργαστηριακούς προσδιορισμούς.

Δρ. Β.Ι. Μανιός. ,Παρασκευή κομπόστ από οργανικά υπολείμματα γεωργικών βιομηχανιών και κτηνοτροφικών μονάδων

Μισοπολινός, Ν.Δ., 1991. Προβληματικά εδάφη., Μελέτη – Πρόβλεψη – Βελτίωση. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη

Μπότος Δ,2004.Διπλωματική εργασία,τμ.Μηχ.Περιβάλλοντος, Χρήση Ελληνικών λιγνιτών για την επεξεργασία αποβλήτων.

Εκδοση Εταιρεία Διατήρησης και Οικοανάπτυξης Υγροτόπων Β. Ελλάδας, Κομποστοποίηση –Πρακτικός οδηγός

Chen Y., Avnimelech Y. 1986. The Role of Organic Matter in Modern Agriculture Martinus Nijhoff Publishers a member of the Kluwer Academic Publishers Group Dordrecht/Boston/Lancaster.

Balis C., Fluori F., and Kleidona A., 1994. [Composting of Cotton Gin Trash Fines. In The Bio-Refinery: Contribution to the systematic valorization of agricultural wastes with case study the cotton ginning waste]. [in Greek] Report to the General Secretariat of research and Technology.

Diaz L. F., Savage M. G., Eggerth I. I., Golueke G. C., 1993. Composting and Recycling Municipal Solid Waste. PP 110-116. Lewis Publishers. Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo.

Hoitink H.A.J.1980. Composted bark, a lightweight growth medium. Plant Disease 64:142-147.

Bragg, N.C. (1990) *Peat and its Alternatives*. Horticultural Development Council, Petersfield, Hampshire, 109 pp.

CEN (1999) CR 13456:1999 - soil improvers and growing media - labelling, specifications and product schedules. European Committee for Standardisation, Brussels, 50 pp.

Νόμοι περί λιπασμάτων

- 1565/85 (ΦΕΚ 164 Α/85)

- 2040/92 (ΦΕΚ 70 Α/92)
- 2326/93 (ΦΕΚ 153 Α/95)
- 2732/99 (άρθρο 6) (ΦΕΚ 154 Α/99)

Προεδρικά Διατάγματα που έχουν εκδοθεί σε εναρμόνιση Κοινοτικών

Κοινοτικών Οδηγιών

- 1381/81 (ΦΕΚ 344 Α/81), Ποιοτικές προδιαγραφές λιπασμάτων Ε.Κ., κυρίων θρεπτικών στοιχείων Ν.Ρ.Κ.
- 177/91 (ΦΕΚ 71 Α/91) Υγρά Λιπάσματα
- 444/91 (ΦΕΚ 164 Α/91) Λιπάσματα δευτερευόντων στοιχείων
Ca, MG, Na, S
- 441/91 (ΦΕΚ 162 Α/91) Λιπάσματα με ιχνοστοιχεία Β, Co, CU, FE, Mn, Mo,
Zn.
- 442/91 (ΦΕΚ 162 Α/91) Εκρηκτικότητα νιτρικής αμμωνίας

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

ΜΗΧΑΝΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ ,www.google.com

(www.allaboutenergy.gr)

www.ihss.gatech.edu/isolation.html