



**Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών
Σχολή Μηχανικών
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Κουρούπαλης Γεώργιος, Α.Μ. 1373

**Υπεύθυνος καθηγητής
Επ. Καθηγητής Δ. Καλδέρης**

ΧΑΝΙΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2020

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αξιολόγηση κομπόστ λυματολάσπης



ΚΟΥΡΟΥΜΠΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΑΜ 1373

Πίνακας περιεχομένων

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	3
1.1 Στάδια επεξεργασίας λυμάτων.....	3
1.2 Ορισμός και αρχές Κομποστοποίησης	5
1.3 Κομποστοποίηση λυματολάσπης.....	11
1.4 Ελιά και ελαιοκαλλιέργειες	13
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	15
2.1 Υλικά και μέθοδοι.....	15
2.2 Περιγραφή Πειραματικού ελαιώνα.....	16
2.3 Πείραμα σε γλάστρες (Μέθοδοι)	18
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	28
3.1 Αποτελέσματα βλάστησης ελαιόδεντρων.....	28
ΣΥΖΗΤΗΣΗ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	33
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	34

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Διαδικασία παραγωγής αστικών αποβλήτων

Τα αστικά απόβλητα παράγονται από δύο κατηγορίες λυμάτων, τα οικιακά και τα βιομηχανικά. Τα οικιακά λύματα παράγονται από τις ανάγκες των ανθρώπων όπως η αφόδευση, η χρήση του μπάνιου, η προετοιμασία του φαγητού κ.α. Κατά μέσο όρο παράγονται 180 - 300 λίτρα ανά άτομο κάθε ημέρα. Τα αστικά λύματα παράγονται από δημόσια κτήρια, νοσοκομεία κ.λ.π.

1.1 Στάδια επεξεργασίας λυμάτων

Πρωτοβάθμια Επεξεργασία

Στοχεύει κυρίως στην αφαίρεση του αιωρούμενου υλικού (οργανικού και ανόργανου). Περιλαμβάνει, συνήθως, την Προεπεξεργασία και την Πρωτοβάθμια Καθίζηση. Η Προεπεξεργασία περιλαμβάνει την Εσχάρωση, τους Πολτοποιητές και τα Τριβεία, την Εξάμμωση, καθώς και την μέτρηση ή/και την εξισορρόπηση της παροχής. Στόχος της είναι η απομάκρυνση σωμάτων που επιπλέουν ή βρίσκονται σε αιώρηση στα λύματα και εγκυμονούν κινδύνους έμφραξης των αγωγών, καταστροφής του μηχανολογικού εξοπλισμού(π.χ. αντλίες) και τελικώς δυσλειτουργίας των μονάδων επεξεργασίας που ακολουθούν.

Δευτεροβάθμια Επεξεργασία

Ως Δευτεροβάθμια Επεξεργασία νοείται η προχωρημένη επεξεργασία λυμάτων, η οποία οδηγεί σε απομάκρυνση οργανικού άνθρακα, αζώτου και μερικές φορές και φωσφόρου (αναλόγως της εγκατάστασης).

Τριτοβάθμια Επεξεργασία

Σκοπός της είναι η αφαίρεση βαρέων μετάλλων και τοξικών ή άλλων συστατικών.

Αρχικό στάδιο καθαρισμού

Στο αρχικό στάδιο καθαρισμού απομακρύνονται υλικά όπως τα λίπη και τα έλαια και η άμμος. Εδώ εφαρμόζεται μηχανική μέθοδος. Κατόπιν, αφαιρούνται τα μεγάλα αντικείμενα, όπως τα ξύλα, τα σίδερα, κουτιά κ.α.

Δεύτερο στάδιο

Στο δεύτερο στάδιο καθαρισμού αφαιρούνται βιολογικά απόβλητα, όπως τα ανθρώπινα απόβλητα, οι σάπυνες και τα απορρυπαντικά. Η πλειονότητα των βιολογικών εγκαταστάσεων χρησιμοποιεί αερόβια αποικοδόμηση.

Τριτοβάθμια (Χημική) Επεξεργασία

Η τριτοβάθμια επεξεργασία λυμάτων αφαιρεί σχεδόν όλο το ποσοστό των παθογόνων ουσιών κυρίως με χημικές διαδικασίες. Κύριος σκοπός είναι η αφαίρεση του φωσφόρου και του αζώτου.

Μη συμβατικές μέθοδοι επεξεργασίας λυμάτων

Για τον καθαρισμό του νερού τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα στην χαμηλότερη θέση της υπεριώδους δεσμίδας θα έχουν ως αποτέλεσμα την θέρμανση του νερού.

Διαχείριση Λάσπης

Η λάσπη (ιλύς) που θα προέλθει από τα λύματα πρέπει να υποστεί διαχείριση και επεξεργασία με αποτελεσματικό και ασφαλή τρόπο. Ο σκοπός της χώνευσης της λάσπης είναι η μείωση της οργανικής ύλης και των παθογόνων μικροοργανισμών. Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι επεξεργασίας της λάσπης είναι η αναερόβια χώνευση, η αερόβια χώνευση και η σύνθεση.

Αναερόβια χώνευση

Η αναερόβια χώνευση είναι μια διαδικασία η οποία πραγματοποιείται με την απουσία οξυγόνου. Η διαδικασία μπορεί να είναι είτε θερμόφιλη χώνευση, στην οποία η λάσπη βρίσκεται υπό ζύμωση μέσα σε δεξαμενές σε θερμοκρασία 55° C. Ονομάζεται θερμόφιλη εξαιτίας των μικροοργανισμών που παίρνουν μέρος στην διαδικασία, οι οποίοι περιέχουν ένζυμα τα οποία λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες.

Υποπροϊόντα της διαδικασίας

- Βιοαέριο
- Λάσπη
- το υγρό κλάσμα που παράγεται από την αφυδάτωση της βιολάσπης
- Επεξεργασία βιολογικής και χημικής λάσπης

Η απομάκρυνση, η αποθήκευση, η διάθεση αλλά και η επεξεργασία της λάσπης αποτελούν προβλήματα προς επίλυση, καθώς μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτής (0,25-12%) είναι στερεό και το υπόλοιπο είναι νερό, ενώ ταυτόχρονα το στερεό αυτό αποτελείται ουσιαστικά από την οργανική ύλη των αποβλήτων, η οποία δημιουργεί τις ίδιες οχλήσεις με αυτά, όταν βιοαποικοδομείται. Η βιολογική λάσπη παράγεται εκτός των άλλων και ως αποτέλεσμα της αναερόβιας χώνευσης, όπως προαναφέρθηκε, και χρειάζεται επεξεργασία, για να μπορέσει να αξιοποιηθεί. Η χημική λάσπη παράγεται, όταν στη μονάδα επεξεργασίας των αποβλήτων έχουν χρησιμοποιηθεί χημικά για την καθίζηση και την απομάκρυνση ορισμένων συστατικών των λυμάτων.

Αερόβια χώνευση

Η αερόβια χώνευση είναι μια βακτηριακή διαδικασία, η οποία λαμβάνει χώρα παρουσία οξυγόνου.

1.2 Ορισμός και αρχές Κομποστοποίησης

Η λυματολάσπη (ή ιλύς) παράγεται από τις μονάδες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Αποτελείται από την περίσσεια της βιομάζας που αναπτύσσεται μέσα από τα στάδια της βιολογικής επεξεργασίας, καθώς και από τα στερεά μικροσωματίδια, τα οποία έχουν διαχωριστεί από τα λύματα από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια καθίζηση. Περίπου το 25-80% του ξηρού στερεού περιεχομένου της ιλύος είναι βιομάζα. Η λυματολάσπη έχει μεγάλη υγρασία (75-85%), μικρή συνοχή και χαρακτηρίζεται από δυσάρεστη οσμή. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί ένα ετερογενές δείγμα με μεγάλη ποικιλία οργανικών και ανόργανων συστατικών: θρεπτικών, ιχνοστοιχείων μικροοργανισμών και ρύπων. Επίσης, παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου και αζώτου.

Ως κομποστοποίηση ορίζεται η βιολογική, αερόβια, θερμόφιλη και ελεγχόμενη διεργασία μερικής αποσύνθεσης των οργανικών αποβλήτων που οδηγεί στην παραγωγή κομπόστ, ενός δηλαδή οργανικού εδαφοβελτιωτικού που προσομοιάζει στο χούμο του εδάφους και προωθεί την ανάπτυξη των φυτών (Weissbartetal, 2002). Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, κομποστοποίηση είναι η ελεγχόμενη βιο οξείδωση ετερογενών οργανικών υλικών, από ετερογενείς και κυρίως ετερότροφους μικροοργανισμούς. Προϊόν της κομποστοποίησης είναι το κομπόστ, το οποίο είναι πλούσιο σε οργανική ουσία με

υψηλό χουμικό περιεχόμενο και χρησιμοποιείται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό υλικό αλλά και ως υπόστρωμα (Λαζαρίδη κ.α. 2002).

Η κομποστοποίηση, ως μια βιολογική διαδικασία έχει όλα τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς των βιολογικών διεργασιών. Ο πρωταρχικός περιορισμός, είναι ότι οι επιδόσεις και το δυναμικό των συστημάτων κομποστοποίησης καθορίζονται από αυτά των μικροβιολογικών στοιχείων του συστήματος. Έτσι, η κομποστοποίηση δεν μπορεί να εξαφανίσει ανόργανα συστατικά που τυχόν υπάρχουν στα απόβλητα, όπως για παράδειγμα τα βαρέα μέταλλα, ενώ η ποιότητα των αποβλήτων που τροφοδοτούν το σύστημα καθορίζει και την ποιότητα του παραγόμενου κομπόστ. Ακόμη πιο σημαντικοί είναι οι περιορισμοί που θέτει η βιολογική φύση του συστήματος στον χρόνο περάτωσης της διεργασίας. Οι βιολογικές διαδικασίες δεν μπορούν να επιταχυνθούν πέρα από τα φυσιολογικά τους όρια, ενώ αντίθετα μια σειρά κακών χειρισμών μπορεί να τις επιβραδύνει πολύ (Κομπόστ NET 2005).

Τα κύρια προϊόντα του βιολογικού μεταβολισμού είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το νερό και θερμότητα. Όταν η διεργασία της κομποστοποίησης έχει ρυθμιστεί ικανοποιητικά, τότε το οργανικό υλικό (που αποτελείται κυρίως από υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λιπίδια, κυτταρίνη και λιγνίνη) μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό, ενώ παράγεται και ενέργεια σε μορφή θερμότητας από τη δράση των μικροοργανισμών, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνονται θερμοκρασίες από 60°έως 75°C για αρκετές ημέρες.

Η ικανότητα των μικροοργανισμών να αφομοιώσουν το οργανικό υλικό εξαρτάται από το αν μπορούν να παράγουν τα ένζυμα που χρειάζονται κάθε φορά για την αποσύνθεση του υποστρώματος. Συστήματα κομποστοποίησης που δεν έχουν ικανοποιητικά ρυθμιστεί, επιτυγχάνουν χαμηλότερες θερμοκρασίες για μικρότερο χρονικό διάστημα και με αυτό τον τρόπο, μπορεί να μην καταστρέφεται το σύνολο των παθογόνων.

Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι η αποτυχία ακόμη και ακριβών συστημάτων οφείλεται στη παράβλεψη βασικών λειτουργικών, τροφικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Η αρχή του περιοριστικού παράγοντα, που ισχύει για όλα τα βιολογικά συστήματα, σημαίνει ότι υπάρχουν ανώτατα και κατώτατα όρια για όλες τις περιβαλλοντικές και τροφικές παραμέτρους που επηρεάζουν την κομποστοποίηση. Έξω από αυτά τα όρια η διεργασία επιβραδύνεται σημαντικά ή και σταματά εντελώς. Για να μην

υπάρχουν προβλήματα στην κομποστοποίηση και να προχωρήσει η διεργασία με τον βέλτιστο τρόπο πρέπει να εξετάζονται οι τροφικές και περιβαλλοντικές παράμετροι του συστήματος και να λαμβάνονται μέτρα ώστε να παραμένουν μέσα σε όρια κατάλληλα για την κομποστοποίηση.

Αυτή η βασική αρχή ισχύει για όλα τα υλικά και συστήματα κομποστοποίησης, αν και οι συνέπειες από την αγνόσή της είναι ανάλογες του μεγέθους της εγκατάστασης. Αποτελεί βασική αρχή το γεγονός ότι κάθε βιοαποδομήσιμο ή βιολογικό υλικό, μπορεί να κομποστοποιηθεί μόνο του εάν διαθέτει τις απαραίτητες φυσικές και χημικές ιδιότητες, αλλά πιο συχνά και με άλλα κατάλληλα υλικά. Υλικά κατάλληλα για κομποστοποίηση είναι το οργανικό κλάσμα οικιακών απορριμμάτων, η ιλύς βιολογικών καθαρισμών, τα απόβλητα κήπων (ή «πράσινα») τα υπολείμματα οινοποιείων, βιομηχανιών επεξεργασίας και τυποποίησης (χυμών εσπεριδοειδών, οπωροφόρων) τα φυτικά υπολείμματα (εκκοκκιστηρίων βάμβακος κλπ.) αλλά και τα ζωικά απόβλητα (κοπριές) και η στρωμνή πτηνοτροφείων.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην ποσοστιαία συμμετοχή των διαφορετικών υλικών με βάση καθορισμένα κριτήρια, έτσι ώστε το τελικό κομπόστ να είναι ώριμο σε μικρότερο χρόνο, να διαθέτει ανώτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά και ευρύτητα χρήσεων λυματολάσπης (ή ιλύς) παράγεται από τις μονάδες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων. Αποτελείται από την περίσσεια της βιομάζας που αναπτύσσεται μέσα από τα στάδια της βιολογικής επεξεργασίας, καθώς και από τα στερεά μικροσωματίδια, τα οποία έχουν διαχωριστεί από τα λύματα από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια καθίζηση. Περίπου το 25-80% του ξηρού στερεού περιεχομένου της ιλύος είναι βιομάζα.

Η λυματολάσπη έχει μεγάλη υγρασία (75-85%), μικρή συνοχή και χαρακτηρίζεται από δυσάρεστη οσμή. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί ένα ετερογενές δείγμα με μεγάλη ποικιλία οργανικών και ανόργανων συστατικών: θρεπτικών, ιχνοστοιχείων μικροοργανισμών και ρύπων. Επίσης, παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις φωσφόρου και αζώτου.

Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Λυματολάσπης

Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά της λυματολάσπης είναι τα παρακάτω: Οσμή, χρώμα, pH, οργανικός άνθρακας- οργανική ύλη, υγρασία, υπόλειμμα καύσης, θερμαντική ικανότητα, αναλογίες C:N:P:, ικανότητα αφυδάτωσης και ικανότητα βιοαποικοδόμησης

Προέλευση-παραγωγή ιλύος αστικών λυμάτων: Το σύνολο των διαδικασιών επεξεργασίας υγρών αποβλήτων έχουν ως αναπόφευκτο επακόλουθο τη δημιουργία ιλύος, η οποία περιέχει όλα τα 18 ανεπιθύμητα συστατικά που αρχικά περιέχονταν στα υγρά απόβλητα, σε συμπυκνωμένη όμως μορφή. Έτσι, ενώ η ιλύς αντιπροσωπεύει σε όγκο μόνο το 0,5 % του όγκου των λυμάτων, λόγω του σημαντικού ρυπαντικού της φορτίου, απαιτεί συμπληρωματική επεξεργασία ώστε να καταστεί αβλαβής, το κόστος της οποίας ανέρχεται στο 25-30% του συνολικού κόστους κατασκευής μιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων (Κάρτσωνας, 2005).

Σύμφωνα με την Οδηγία 86/278/ΕΟΚ, ως ιλύς των αστικών λυμάτων νοείται «η ιλύς που προέρχεται από σταθμούς καθαρισμού που επεξεργάζονται οικιακά ή αστικά λύματα και από άλλους σταθμούς καθαρισμού που επεξεργάζονται λύματα, των οποίων η σύνθεση είναι παρόμοια με τη σύνθεση των οικιακών και αστικών λυμάτων». Επίσης, η ιλύς που προέρχεται από σηπτικούς βόθρους και άλλες παρόμοιες εγκαταστάσεις για την επεξεργασία των λυμάτων θεωρείται ότι καλύπτεται από αυτή την Οδηγία.

Ανάλογα με το στάδιο επεξεργασίας των λυμάτων διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες ιλύος:

Πρωτοβάθμια Ιλύς: Ως πρωτοβάθμια ιλύς χαρακτηρίζεται η ιλύς που προέρχεται από τη δεξαμενή πρωτοβάθμιας καθίζησης μιας Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων (Ε.Ε.Λ). Η εν λόγω ιλύς είναι συνήθως φαιόχρωμη, λιπαρή και έχει αποκρουστική οσμή. Η περιεκτικότητά της σε ολικά στερεά (TS) κυμαίνεται από 2.0-7.0%, με μέση τιμή 4.0%. Από τα ολικά περιεχόμενα στερεά το 60-80% είναι πτητικά (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Βιολογική Ιλύς: Ως Βιολογική ιλύς χαρακτηρίζεται η ιλύς που παράγεται κατά τη βιολογική επεξεργασία των λυμάτων σε μια Ε.Ε.Λ. Η εν λόγω ιλύς είναι συνήθως σκούρα-καφέ, με μορφή κροκίδων, χωρίς να είναι δύσοσμη στην αρχή, αλλά γίνεται γρήγορα σηπτική και δύσοσμη. Οι βιολογικές ιλύες παράγονται από τις βιολογικές διαδικασίες

επεξεργασίας Η ποσότητα και τα χαρακτηριστικά της βιολογικής ιλύς ποικίλλουν ανάλογα με το μεταβολισμό και την ταχύτητα αναπτύξεως των διαφόρων μικροοργανισμών που περιέχουν. Ο όγκος και η συγκέντρωση της παραγόμενης ιλύος επηρεάζονται όμως τόσο από το είδος όσο και από τον τρόπο λειτουργίας της προκαταρκτικής και πρωτοβάθμιας επεξεργασίας.

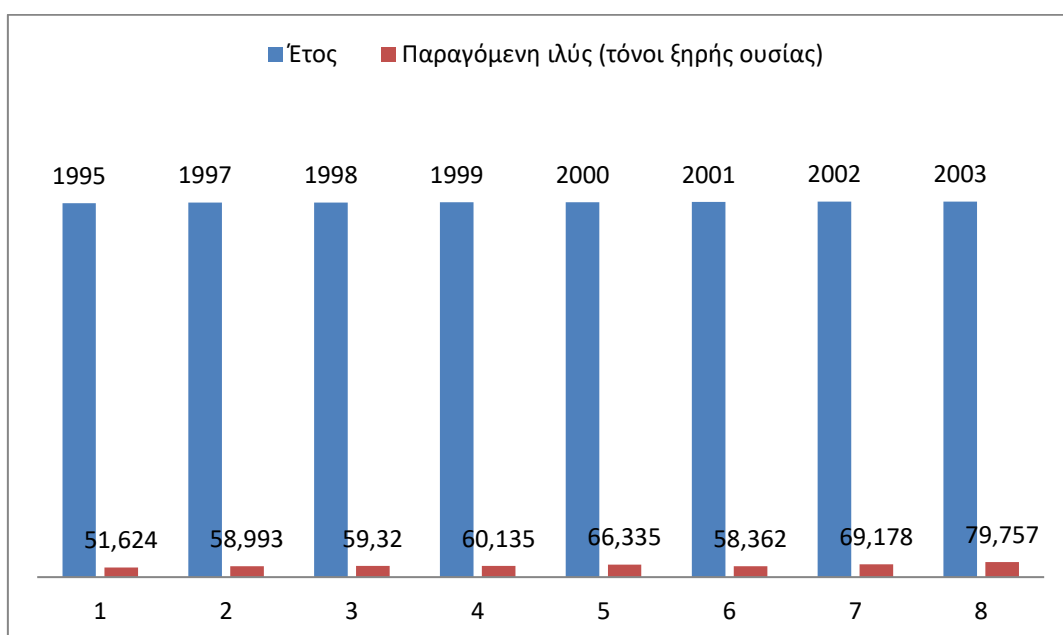
Χημική ιλύς: Η χημική ιλύς προκύπτει από την προσθήκη αντιδραστηρίων. Όπως για παράδειγμα άλατα αργιλίου ή σιδήρου και ασβεστίου με στόχο την αύξηση του ρυθμού απομάκρυνσης των αιωρούμενων στερεών ή την κατακρήμνιση του φωσφόρου. Σε γενικές γραμμές, η προσθήκη του ασβεστίου βελτιώνει την καθίζηση και την αφυδάτωση της ιλύος. Οι διάφορες χημικές ιδιότητες του υγρού αποβλήτου, το pH, η ανάμειξη, ο χρόνος αντίδρασης, και οι πιθανότητες κροκίδωσης επιδρούν στα χαρακτηριστικά της χημικής ιλύος.

Η παραγωγή ιλύος στην Ελλάδα ανά κάτοικο ανέρχεται σε ποσότητα 19,8 g ξηρής ιλύος ημερησίως. Στο Πίνακα 1.3 δίδονται οι ποσότητες ιλύος σε ξηρά ύλη, οι οποίες παράγονται ετησίως από τις ΕΕΛ στη χώρα μας σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2005), αν και στη βιβλιογραφία αναφέρονται στοιχεία παραγωγής ιλύος για τα έτη 1998, 2000 και 2002 αυξημένα κατά 14,63%, 14,57% και 33,71% αντιστοίχως. Περίπου το ήμισυ (52%) από την ποσότητα αυτή, προέρχεται από το Λεκανοπέδιο της Αττικής (Κουλουμπής κ.α., 2005).

Πίνακας 1.. Ποσότητες ιλύος που παράγονται ετησίως από τις ΕΕΛ στην Ελλάδα (Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ, 2005)

Έτος	Παραγόμενη ιλύς (τόνοι ξηρής ουσίας)
1995	51.624
1997	58.993
1998	59.32
1999	60.135
2000	66.335
2001	58.362
2002	69.178
2003	79.757

Εικόνα 1. Ποσότητες ιλύος που παράγονται ετησίως από τις ΕΕΛ στην Ελλάδα



Όμως, η απευθείας εφαρμογή της ενεργού ιλύος στο έδαφος περιορίζεται εξαιτίας της παρουσίας παθογόνων οργανισμών και βαρέων μετάλλων (F. Czechowski & T. Marcinkowski, 2006). Τα βαρέα μέταλλα μπορούν να επηρεάσουν τους φυσικούς οργανισμούς του εδάφους, να επιβραδύνουν την ανάπτυξη των φυτών και κυρίως αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία διαμέσου των μηχανισμών της βιοσυσσώρευσης στην τροφική αλυσίδα (C.A. Paradimitriou, 2007).

Τα τελευταία χρόνια, τα στάδια και οι δυνατότητες επεξεργασίας των αστικών λυμάτων έχουν αυξηθεί σημαντικά τόσο σε εθνικό όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Παρόλα αυτά, οι τρόποι και οι μέθοδοι διάθεσης της επεξεργασμένης ιλύος είναι περιορισμένοι. Οι

κυριότεροι τρόποι διάθεσης της ιλύος, παραμένουν ουσιαστικά οι ίδιοι τα τελευταία πενήντα χρόνια και περιλαμβάνουν: απόρριψη σε επιφανειακά νερά και τη θάλασσα, επαναχρησιμοποίηση σε γεωργικές και δασικές εκτάσεις, διάθεση σε ΧΥΤΑ, καύση και άλλους τρόπους διάθεσης (πχ. διάθεση σε τσιμεντοβιομηχανία, κομποστοποίηση).

1.3 Κομποστοποίηση λυματολάσσης

Η λιπασματοποίηση/κομποστοποίηση είναι μια μέθοδος αερόβιας θερμοφιλικής σταθεροποίησης που στοχεύει στη μετατροπή της ιλύος σε λίπασμα για εφαρμογή στη γεωργία. Η λιπασματοποίηση πραγματοποιείται είτε σε ανοιχτούς χώρους (παράλληλες σειρές τάφρων ή αεριζόμενοι σωροί) ή με μηχανικά μέσα (μονάδες κομποστοποίησης). Η ιλύς καθαρισμού λυμάτων, ως αναπόφευκτο υποπροϊόν της επεξεργασίας των λυμάτων, πρέπει να αφυδατωθεί για να μειωθεί ο όγκος του. Οι διαδικασίες διάθεσης αφυδατωμένης ιλύος περιλαμβάνουν αποτέφρωση, υγειονομική ταφή και υγιεινή κομποστοποίηση, κλπ. Μεταξύ αυτών των διαδικασιών, ανόργανα σωματίδια (PM) που περιέχουν επιβλαβείς ουσίες που σχηματίζονται κατά την καύση, και μια σειρά από γεωπεριβαλλοντικά προβλήματα (δηλ., Εκπλυσιμότητα, συνολική και διαφορική καθίζηση και ευστάθεια πρανών) ενεργοποιούνται κατά τη διάρκεια υγειονομικής ταφής. Επιπλέον, αερόβια ή αναερόβια κομποστοποίηση χρησιμοποιείται ευρέως στις περισσότερες χώρες σε όλο τον κόσμο.

Σύνθεση ιλύος

Ωφέλιμα χαρακτηριστικά

Οργανική ουσία (περί το 50%)

Θρεπτικά στοιχεία

1. Μακροστοιχεία : N (μέχρι 7%), P (μέχρι 3%), K (μέχρι 0.3%)

2. Μικροστοιχεία: B, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo

Επιβλαβή χαρακτηριστικά ιλύος

Βαρέα μέταλλα :Cd(Κάδμιο),Cu(Χαλκός), Ni(Νικέλιο), Pb(Μόλυβδος), Hg(Υδράργυρος), Cr(Χρώμιο)

Οργανικοί ρύποι: οργανικά αλογόνα, αλκυλοφαινόλες, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες –ΡΗΑ, πολυχλωριωμένες διβενζοδιοξίνες –PCB κ.λπ.

Δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς στις ελληνικές ιλύς.

Βιολογικοί παράγοντες: βακτήρια, μύκητες, ιοί, παράσιτα.

Σύνοψη αποτελεσμάτων για την χρησιμοποίηση της ιλύος στην γεωργία.

- Αυξάνει την απόδοση των καλλιεργειών σίτου, βαμβακιού και καλαμποκιού:
- Ενισχύσει τη γονιμότητα του εδάφους
- Αυξάνει την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία του εδάφους
- Δεν προκαλεί σοβαρή ρύπανση των εδαφών με βαρέα μέταλλα
- Μπορεί να αξιοποιηθεί με καλά αποτελέσματα στην αποκατάσταση υποβαθμισμένων από εξορυκτικές δραστηριότητες εδαφών
- Αποτελεί οικονομικά ωφέλιμη και περιβαλλοντικά ασφαλή μέθοδο.

Η γεωργική χρησιμοποίηση της ιλύος φαίνεται ότι αποτελεί μία από τις πλέον ορθολογικές μεθόδους διαχείρισης, υπό τον όρο ότι ακολουθούνται πιστά οι κανόνες που έχουν θεσπισθεί σε κοινοτικό και εθνικό επίπεδο. Η περαιτέρω επεξεργασία της ιλύος με απλές μεθόδους κομποστοποίησης βελτιώνει σημαντικά τα χαρακτηριστικά της και την καθιστά πλήρως ασφαλή στη διαχείρισή της.

Παραδείγματα χρήσης ιλύος στην γεωργία

- Επίδραση στην ανάπτυξη του σίτου (Πείραμα σε δοχεία, Δ.Ε.Υ.Α.Λ. 1990)
- Επίδραση στην ανάπτυξη του καλαμποκιού (διδακτορική διατριβή Β. Σαμαρά, 2000)
- Επίδραση στην ανάπτυξη του βαμβακιού(Δ.Ε.Υ.Α.Μ..Β 1996-2000)
- Αποκατάσταση διαταραγμένων γαιών (Πρόγραμμα Υπ. Παιδείας ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ Ι)

1.4 Ελιά και ελαιοκαλλιέργειες

Η προετοιμασία του εδάφους είναι μια από τις πρώτες καλλιεργητικές φροντίδες των ελαιοκαλλιεργητών. Το έδαφος για να προετοιμαστεί πρέπει να εμπλουτιστεί με θρεπτικά συστατικά (μικροστοιχεία: C,H, O,N, P, K, Ca, Mg, S ιχνοστοιχεία ή μικροστοιχεία : Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) αλλά και να απαλλαγεί από ζιζάνια.

Το κλάδεμα των ελαιόδεντρων είναι πολύ σημαντικό για την παραγωγικότητά τους. Αυτό γίνεται είτε στις αρχές της άνοιξης, είτε κατά την περίοδο της συγκομιδής. Κατά τη διάρκεια του κλαδέματος, κόβονται όσα κλαδιά κρίνονται περιττά, για να παραμείνουν στο δέντρο μόνο οι καρποφόροι κλάδοι.

Το πότισμα των ελαιόδεντρων πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή. Γενικότερα, οι ελιές δεν χρειάζονται συχνό πότισμα. Εντούτοις, τους μήνες της ανθοφορίας, τους ανοιξιάτικους δηλαδή μήνες, το πότισμα των ελαιόδεντρων είναι καθοριστικής σημασίας τόσο για την αύξηση της παραγωγής τους όσο και για την ποιότητα των καρπών τους.

Από τα τέλη Οκτωβρίου μέχρι τα τέλη Φεβρουαρίου, λαμβάνει χώρα το μάζεμα των ελιών, γνωστό ως «λούβισμα». Για το «λούβισμα» των ελιών χρησιμοποιείται η μέθοδος του ραβδισμού ή αλλιώς «βάκλισμα» αλλά και σύγχρονες μέθοδοι με μηχανήματα.

Το «βάκλισμα» που είναι η παραδοσιακή μέθοδος για το μάζεμα των καρπών της ελιάς, γίνεται ως εξής: «χτυπούν» το ελαιόδεντρο με ένα ξύλινο ραβδί, τη «βάκλα» με σκοπό οι καρποί του δέντρου να πέσουν και να συγκεντρωθούν στα τεράστια πανιά που προηγουμένως τοποθετούνται κάτω από αυτό. Στη συνέχεια, οι ελιές τοποθετούνται σε κασόνια και συνήθως οδηγούνται στο ελαιοτριβείο για την παραγωγή ελαιόλαδου.

Άλλο ένα παράδειγμα χρησιμοποίησης ιλύος στην γεωργία είναι και στην ελιά, όπως θα δούμε παρακάτω από έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου τμήμα Γεωπονίας.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Σκοπός της εργασίας είναι να παρατηρηθεί πως επηρεάζει το κόμποστ λυματολάσπης στον πειραματικό ελαιώνα αλλά και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αυτού που έχουμε τοποθετήσει σε γλάστρες. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται προκειμένου να παρατηρήσουμε πως επηρεάζει την ανάπτυξη της ελιάς με διαφορετικούς παράγοντες ανά ζευγάρι κάθε φορά ,αλλά και να παρατηρήσουμε τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τις κάθε μιας γλάστρας που αποτελείται από διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως περιγράφεται παρακάτω.

2.1 Υλικά και μέθοδοι

Υλικά και Σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για τα αποτελέσματα της επίδρασης του κομπόστ στον πειραματικό ελαιώνα καθώς και στις γλάστρες.

- Ζυγός
- Αναλυτικός ζυγός
- Κόσκινο
- Πορσελάνινο γουδί
- Ποτήρια βρασμού
- Ογκομετρικοί κύλινδροι
- Προχοΐδα
- Αναδευτήρας
- Φούρνος ξήρανσης
- Πουαρ & Σιφόνι
- Φούρνος καύσης
- Φυγόκεντρος
- Ηλεκτρονικό πεχάμετρο και αγωγιμόμετρο
- Φασματοφωτόμετρο

2.2 Περιγραφή Πειραματικού ελαιώνα

Για την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της προσθήκης του κομπόστ λυματολάσπης στο έδαφος σε ελαιοκαλλιέργεια ,πραγματοποιήθηκε το ακόλουθο πείραμα που εμφανίζεται στον Πίνακα 2.

Ο πειραματικός ελαιώνας βρίσκεται στο χώρο του τμήματος της Γεωπονίας Α. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Κρήτης. Ο ρόλος του έγκειται στη μελέτη των επιπτώσεων από τη χρήση του κομπόστ λυματολάσπης στο δέντρο της ελιάς.

Οι ελιές ήταν τριετείς που τοποθετήθηκαν στον πειραματικό ελαιώνα και είναι χωρισμένες με πλαστικό πολυαιθυλένιο προκειμένου να μην αναμιγνύονται τα χώματα μεταξύ τους, ώστε να αποφθεχθούν τυχόν αναμίξεις. Επίσης, τους καλοκαιρινούς μήνες οι ελιές ποτίζονταν μια φορά την εβδομάδα για περίπου τριάντα λεπτά (υπολογίζεται τρία κυβικά νερό).Στον παρακάτω πίνακα 2 φαίνεται πως έχουν μοιραστεί οι ποσότητες compost στον ελαιώνα.

Πίνακας 2. Πειραματικός ελαιώνας με την προσθήκη compost λυματολάσπης.

0 * 0 lit *	2 * 80 lit *	1 * 40 lit *	0 * 0 lit *	2 * 80 lit *	Ξερικό
2 * 80 lit *	1 * 40 lit *	0 * 0 lit *	2 * 80 lit *	0 * 0 lit *	
2 * 40 lit	1 * 20 lit	0 * 0 lit	2 * 40 lit	1 * 20 lit	
0 * 0 lit *	2 * 80 lit *	1 * 40 lit *	0 * 0 lit *	2 * 80 lit *	Αρδευόμενο
1 * 40 lit *	0 * 0 lit *	2 * 80 lit *	1 * 40 lit *	0 * 0 lit *	
2 * 40 lit	1 * 20 lit	0 * 0 lit	2 * 40 lit	1 * 20 lit	

Όπου * = ελαιόδεντρα

0,1,2 : Επίπεδα κομπόστ ανά πειραματικό τεμάχιο των 2 δένδρων (0,40,80)

Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας του κομπόστ έγινε και συνεχίζει να γίνεται με τη μέτρηση της ταχύτητας αύξησης νέων βλαστών ανά δένδρο και με το βάρος της βλάστησης που αναπτύσσεται στον κορμό των δένδρων, μετά την πλήρη απογύμνωση αυτών.

Εικόνα 2. Πειραματικός ελαιώνας



2.3 Πείραμα σε γλάστρες (Μέθοδοι)

Πείραμα : Εφαρμογή του κομπόστ σε τρία επίπεδα (0, 1 , 2), σε τρεις χαρακτηριστικούς τύπους εδαφών (ελαφρύ, μέσο και βαρύ) της περιοχής.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 50lt ακαλλιέργητο έδαφος αγροκτήματος με 30lt άμμο (ελαφρύ)

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 50lt ακαλλιέργητο έδαφος αγροκτήματος με 15lt άμμο(μέσο)

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 50lt ακαλλιέργητο έδαφος αγροκτήματος (βαρύ)

Κάθε ένα από αυτά τα χώματα χωρίστηκαν σε τρεις υποκατηγορίες με :

0lt compost

1,2lt compost

2,4lt compost

Λεπτομέρειες σχετικά με τι χώματα χρησιμοποιήθηκαν περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3. Μελέτη τριών διαφορετικών μειγμάτων με την προσθήκη κομπόστ.

(Ημερομηνία έναρξης πειραματικής διαδικασίας στις 30 Μαΐου,2014)

50lt A.E.A.	Βαρύ	(X+0K)	17lt B.X. + 0lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
		(X+1K)	17lt B.X. + 1,2lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
		(X+2K)	17lt B.X. + 2,4lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
50lt A.E.A + 15lt άμμο	Μέσο	(X+1A) + 0K	17lt M.X. + 0lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
		(X+1A) + 1K	17lt M.X. + 1,2lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
		(X+1A) + 2K	17lt M.X. + 2,4lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
50lt A.E.A. + 30lt άμμο	Ελαφρύ	(X+2A) + 0K	17lt E.X. + 0lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
		(X+2A) + 1K	17lt E.X. + 1,2lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt
		(X+2A) + 2K	17lt E.X. + 2,4lt κομπόστ	2 γλάστρες των 8,5lt

Όπου:

Α.Ε.Α. = Ακαλλιέργητο Έδαφος Αγροκτήματος

Β.Χ. = Βαρύ Χώμα

Μ.Χ. = Μέσο Χώμα

Ε.Χ. = Ελαφρύ Χώμα

Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν υπαιθρίως, ποτίστηκαν και έγιναν οι ακόλουθες δειγματοληψίες :

1. Αμέσως μετά την εγκατάσταση (30/5/2014) από τη μια σειρά γλαστρών
2. Μετά από πέντε μήνες (30/10/2014) από τη δεύτερη σειρά γλαστρών (Εικόνα 3)

Εικόνα 3. Γλάστρες μόνο με υπόστρωμα χωρίς φυτά



Στα δείγματα που πάρθηκαν έγιναν οι ακόλουθες μετρήσεις :

- Υγρασία (%)
- pH
- EC(mS/cm)
- TKN (%)
- Ολικός Όγκος Πόρων - Ο.Ο.Π. (%)
- P (%)
- Ολικός Οργανικός Άνθρακας - TOC (%)

Μέθοδοι Προσδιορισμών Στοιχείων

Προσδιορισμός υγρασίας:

Αφαιρέθηκε μία ικανοποιητική ποσότητα χώματος από κάθε μια γλάστρα των ζευγαριών που φαίνονται στο παρακάτω σχέδιο προκειμένου να μετρηθεί η αρχική του ποσότητα στον ζυγό. Ύστερα μπήκε σε φούρνο ξήρανσης προκειμένου να αφυδατωθεί τελείως για να ξανά ζυγίσουμε το υλικό μας, αφού πρώτα το θρυμματίσουμε μέσα σε ένα γουδί προσεκτικά.

Προσδιορισμός pH:

Προσδιορισμός συγκέντρωσης των ιόντων στα εδάφη (pH)

- Αρχή της μεθόδου

Βασική φυσικοχημική ιδιότητα του εδάφους την οποία μετράμε ηλεκτρομετρικά με πεχάμετρο σε αιώρημα εδάφους 1:1.

- Εκτέλεση πειράματος

Σε ένα κύπελλο τοποθετούμε 20g εδάφους και 20ml απιονισμένο νερό. Αναδεύουμε κάθε 5 λεπτά για 1 ώρα. Στη συνέχεια, ελέγχουμε το πεχάμετρο αν λειτουργεί σωστά ρυθμίζοντάς το με κάποια δείγματα που έχουμε. Π.χ. Buffer 7 -> 7, buffer 4 -> 4,04 και παίρνουμε τις ενδείξεις.

Προσδιορισμός EC:

Προσδιορισμός Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας: αποτελεί μία καλή ένδειξη για την παρουσία θρεπτικών συστατικών στο έδαφος. Πολύ υψηλές συγκεντρώσεις του συγκεκριμένου παράγοντα, υποδεικνύουν μεγάλες συγκεντρώσεις αλάτων, που αποτελεί περιοριστικό παράγοντα στη γονιμότητα του εδάφους.

- Σκεύη

Φιαλίδιο πλαστικό των 50 mL τύπου falcon.

Υδροβολέας με απιονισμένο νερό

Ράβδος ανάδευσης

Αγωγιμόμετρο

- Εκτέλεση

Σε ένα πλαστικό κύπελλο προσθέτουμε 100g εδάφους και ρίχνουμε απιονισμένο νερό μέχρι να κορεστεί το δείγμα. Η εδαφική πάστα χαρακτηρίζεται έτοιμη όταν ρέει βραδέως και η γραμμή που σχηματίζουμε με την σπάτουλα σβήνει αμέσως. Βυθίζουμε το αγωγιμόμετρο στο δείγμα και παίρνουμε την ένδειξη.

- Συμπέρασμα

Όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση, τόσο λιγότερα άλατα έχουμε.

Προσδιορισμός N:

Προσδιορισμός του ολικού αζώτου στο έδαφος με την μέθοδο Kjeldahl.

- Αρχή της μεθόδου

Η μέθοδος του προσδιορισμού του ολικού αζώτου % βασίζεται στη διαδικασία υγρής πέψης - καύσης του αζώτου του εδάφους (ή των φυτικών ιστών των σπόρων, των τροφίμων) και τη μετατροπή του σε αμμώνιο (NH_4^-) με την κατεργασία πυκνού H_2SO_4 σε υψηλές θερμοκρασίες. Η παραγόμενη NH_3 με απόσταξη μετά τη δέσμευση της με βορικό οξύ προσδιορίζεται με τιτλοδότηση HC1 . Τα στάδια υγρής καύσης - απόσταξης, ροής - τιτλοδότησης παρουσιάζονται με τις ακόλουθες χημικές αντιδράσεις:

Λειτουργία της συσκευής Kjeldahl

Η συσκευή Kjeldahl αποτελείται από 3 κύρια μέρη:

- Τη μονάδα απόσταξης
- Το σύστημα υγρής καύσης πέψης
- Τη συσκευή τιτλοδότησης με 0,1 HC1 .

Η συσκευή είναι σε λειτουργία μετά τη ρύθμιση του συστήματος υγρής καύσης στους 420 °C και τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στην αντίστοιχη φωτεινή ένδειξη. Η προετοιμασία του δείγματος στην υγρή καύση για έδαφος (μάζα δείγματος 0,49) ή μάζα φυτικού ιστού 0,2g γίνεται ξήρανση των δειγμάτων σε ειδικό χαρτί (114°C για 24 ώρες).

Η συσκευή είναι σε λειτουργία μετά τη ρύθμιση του συστήματος υγρής καύσης στους 420 °C και τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στην αντίστοιχη φωτεινή ένδειξη. Η προετοιμασία του δείγματος στην υγρή καύση για έδαφος (μάζα δείγματος 0,49) ή μάζα φυτικού ιστού 0,2g γίνεται ξήρανση των δειγμάτων σε ειδικό χαρτί (114°C για 24 ώρες).

Στη συνέχεια με τον φωτεινό διακόπτη, ανοίγεται η μονάδα απόσταξης και ρυθμίζεται λειτουργία της ανάλογα με την εκτίμηση της ποσότητας του ολικού αζώτου που περιέχει το δείγμα (έδαφος, φυτικοί ιστοί, σπόροι, τρόφιμα κ.α.) Για την μέτρηση του ολικού αζώτου (%) σε δείγματα εδάφους ή φυτικούς ιστούς ρυθμίζονται οι ενδείξεις στην μονάδα απόσταξης.

Οι ενδείξεις του πίνακα της συσκευής απόσταξης αλλάζουν ανάλογα με το είδος των δειγμάτων για ανάλυση.

- Μέθοδος

Αντιδραστήρια και όργανα Διάλυμα NaOH 40% (W/V). Διαλύονται 400 g στερεού NaOH σε ένα λίτρο

αποσταγμένου ύδατος με συνεχή ανάδευση. Προσοχή, αντίδραση είναι εξώθερμη και παράγεται ενέργεια, για το λόγο αυτό πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας.

Διάλυμα πυκνού H₂SO₄ (περίπου 98% WN)

Διάλυμα HCl, 0,1 M. Το διάλυμα παρασκευάζεται ως εξής: Επειδή 1 mol HCl = 36,5 g και το HCl έχει πυκνότητα $d=1,19 \text{ g mL}^{-1}$ και συγκέντρωση 37%, τα $(3,65 \cdot 100)/37=9,865 \text{ g HCl}$ που αντιστοιχούν σε $9,865 \text{ g}/1,19 \text{ g mL}^{-1} = 8,28 \text{ mL HCl}$ του εμπορίου. Τα 8,28 mL HCl του εμπορίου διαλύονται σε 1L αποσταγμένου ύδατος. Δείκτης Methylparaben. Διαλύονται 100 mg Methylparaben σε 100 mL αιθανόλης 99% (WN). Δείκτης bromocresol green . Διαλύονται 100 mg bromocresol green 100 mL αιθανόλης 99% (W N)

Καταλύτης Kjeldahl. Ταμπλέτες σεληνίου (Se)

Διάλυμα Βορικού οξέος 4%. Διαλύονται 40 g βορικού οξέος σε 100 mL αποσταγμένο ύδωρ. Η διάλυση του βορικού οξέος επιτυγχάνεται με βρασμό και στη συνέχεια το διάλυμα αραιώνεται μέχρι όγκου 900 mL. Το διάλυμα αυτό αφήνεται μέχρι να κρυώσει και στη συνέχεια προστίθεται 10 mL δείκτης bromocresol green και 7 mL δείκτης Methylparaben. Συμπληρώνεται μέχρι όγκου 1L με αποσταγμένο ύδωρ και το διάλυμα αυτό αναδεύεται προσεκτικά. Κατόπιν μεταφέρονται 25 mL διαλύματος βορικού οξέος σε κωνική φιάλη και προστίθεται 100 mL αποσταγμένο ύδωρ. Αν το διάλυμα αυτό είναι ακόμα κόκκινο τιτλοδοτείται με 0,1 NaOH μέχρι να αποκτήσει ουδέτερο γκρι χρώμα. Ο υπολογισμός της ποσότητας του 1 NaOH για τη ρύθμιση του διαλύματος του βορικού οξέος 4% σε 1L γίνεται ως εξής:

$$\text{mL } 1,0 \text{ NaOH} = \text{mL } 0,1 \text{ NaOH τιτλοδότησης} * 4$$

Την ποσότητα του 1 NaOH όπως υπολογίστηκε, προστίθεται στο διάλυμα του βορικού οξέος και αναμιγνύεται καλά.

Συσκευή Kjeldahl Αναλυτικά

Μέθοδος

- Υγρή καύση πέψης

Μετά την προετοιμασία των εδαφικών δειγμάτων (αεροζήρανση), δείγμα εδάφους μάζας 0,29 «2mm) τοποθετείται στον ειδικό σωλήνα πέψης (Kjeldahl) της υγρής καύσης με μια ταμπλέτα σεληνίου. Στη συνέχεια στο σωλήνα προστίθενται 7 mL πυκνού H₂SO₄ και αναδεύεται με προσοχή το περιεχόμενο. Οι σωλήνες πέψης

τοποθετούνται στο σύστημα απαγωγής και ανοίγεται η μέγιστη ροή του αέρα για να γίνει η καύση με έντονο ρυθμό. Κατόπιν το σύστημα απαγωγής με τους σωλήνες της υγρής καύσης-πέψης τοποθετείται στην συσκευή που έχει προθερμανθεί στους 420 °C

Η πέψη συνεχίζεται για 3-4 min με τη μέγιστη ροή απαγωγής και στη συνέχεια ρυθμίζεται απαγωγή ώστε να περιέχονται ελάχιστοι καπνοί οι προερχόμενοι από την καύση του δείγματος με πυκνό H₂SO₄, για να ελεγχθεί η καύση. Προσοχή, οι σωλήνες Kjeldahl να βρίσκονται σε επαφή με τις υποδοχές θέρμανσης. Η υγρή καύση συνεχίζεται για 20-45 min μέχρις ότου το υγρό γίνει διαυγές. Αφαιρείται το σύστημα απαγωγής και οι σωλήνες τοποθετούνται στην ειδική βάση για ψύξη πλησίον της συσκευής πέψης. Μετά τη ψύξη των σωλήνων πέψης προστίθενται σε κάθε ένα σωλήνα 75mL χλιαρό αποσταγμένο ύδωρ και αναδεύεται καλά. Στην περίπτωση που το περιεχόμενο των σωλήνων Kjeldahl είναι πολύ θερμό και προστεθεί αποσταγμένο ύδωρ η αντίδραση θα είναι πολύ γρήγορη με αποτέλεσμα να χαθεί ποσότητα του υλικού του δείγματος με την εξαέρωση της αμμωνίας. Αντίθετα, στην περίπτωση που το περιεχόμενο των σωλήνων πέψης είναι πολύ ψυχρό, κατά την προσθήκη του αποσταγμένου ύδατος θα πραγματοποιηθεί καταβύθιση των αλάτων.

Τα άλατα αυτά, πρέπει να διαλυθούν και για το λόγο αυτό οι σωλήνες θερμαίνονται όταν τοποθετηθούν στις υποδοχές θέρμανσης για μικρό χρονικό διάστημα μέχρις ότου το διάλυμα γίνει διαυγές.

- Απόσταξη

Η συσκευή απόσταξης ρυθμίζεται αφού προστεθούν 25 mL διαλύματος βορικού οξέος 4% σε κάθε φιάλη υποδοχής της συσκευής απόσταξης. Η συσκευή απόσταξης είναι εφοδιασμένη με ειδικές μαγνητικές αντλίες εφοδιασμού του NaOH 40% και αποσταγμένου ύδατος. Το πρόγραμμα της συσκευής απόσταξης ρυθμίζει τις ποσότητες του NaOH , το χρόνο απόσταξης και το χρόνο ατμού. Οι σωλήνες που είναι στη βάση ψύξης μεταφέρονται στην ειδική βάση βρασμού για απόσταξη.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για το τυφλό ή λευκό .Προσοχή ,η πόρτα ασφαλείας να κλείνεται καλά κατά την έναρξη της απόσταξης που ολοκληρώνεται και σταματάει αυτόματα, απομακρύνονται οι σωλήνες πέψης από την υποδοχή βρασμού. Με το πέρας της

απόσταξης η συσκευή απόσταξης καθαρίζεται με 75 mL αποσταγμένο ύδωρ στο σωλήνα Kjeldahl ακολουθώντας την ίδια διαδικασία.

Τιτλοδότηση

Μετά την απόσταξη, το απόσταγμα τιτλοδοτείται με διάλυμα HCl 0,1 στη συσκευή τιτλοδότησης. Η ογκομέτρηση αρχίζει με το τυφλό και σημειώνονται τα mL του οξέος που καταναλώθηκαν για κάθε δείγμα για το μεταχρωματισμό από διαυγές πράσινο σε έντονο ερυθρό χρώμα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται μετά την απόσταξη κάθε δείγματος όλων των σωλήνων Kjeldahl.

Πίνακας 3. Διαβάθμιση της περιεκτικότητας του εδάφους σε N%

Περιεκτικότητα σε N%	Κλάση
>1,0	Πολύ υψηλή
0,5-1,0	Υψηλή
0,2-0,5	Μέση
0,1-0,2	Χαμηλή
<0,1	Πολύ χαμηλή

Προσδιορισμός P:

Προσδιορισμός διαθέσιμου εδαφικού φωσφόρου (P) με την μέθοδο Olsen στο έδαφος.

- Αρχή της μεθόδου

Ο φώσφορος εκχυλίζεται από το έδαφος με διάλυμα NaHCO_3 (0,5M). Με το διάλυμα αυτό εκχυλίζονται οι υπό διαλυτή μορφή ευρισκόμενες ενώσεις του φωσφόρου και τα ανταλλάξιμα φωσφορικά ανιόντα.

- Σκεύη
 1. Φασματοφωτόμετρο
- Αντιδραστήρια για την εκχύλιση

1. NaHCO₃ (0,5M)

2. ASCORBICACID

- Εκτέλεση πειράματος

1. 5g εδάφους σε φιάλη των 100ml

2. 0,3g ενεργό άνθρακα

3. 90ml NaHCO₃ (0,5M)

4. Αναδεύουμε για 15 λεπτά, φυγοκεντρούμε και μετά διηθούμε σε φιάλη

5. Στη συνέχεια, για την ανάπτυξη χρώματος, βάζουμε 5ml εκχυλίσματος σε φιάλη των 50ml και προσθέτουμε 10ml απιονισμένο νερό και 10ml ascorbic acid. Το διάλυμα παίρνει μπλε χρώμα.

6. Αναδεύουμε για 1 λεπτό και συμπληρώνουμε μέχρι τα 50ml με απιονισμένο νερό.

7. Αφήνουμε σε ηρεμία για 15 λεπτά και στη συνέχεια γίνεται η μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο (880nm). Επιπλέον, γίνεται και η παρασκευή του μάρτυρα.

- Συμπέρασμα

Ο υπολογισμός του διαθέσιμου φωσφόρου γίνεται με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Διαθ. P} = (\text{μάρτυρας} - \text{ένδειξη δείγματος}) / 145,5 * 50 / 5 * 90 / 5$$

όπου:

το 145,5 είναι η κλίση της καμπύλης κατά την βαθμονόμηση του φλογοφωτομέτρου.

Προσδιορισμός οργανικής ουσίας:

- Αρχή της μεθόδου

Ο τρόπος προσδιορισμού της οργανικής ουσίας στο έδαφος βασίζεται στον προσδιορισμό του ποσού της οργανικού άνθρακα που οξειδώνεται από ένα ισχυρό οξειδωτικό.

- Αντιδραστήρια

1. Διχρωμικό κάλιο (K₂Cr₂O₇) 1N

2. Πυκνό θειικό οξύ (H₂SO₄) 95%

3. Πυκνό φωσφορικό οξύ (H_3PO_4) 85%
4. Διφαινυλαμινοσουλφονικό βάριο (δείκτης)
5. Δισθενής θειικός σίδηρος ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0,5N
 - Εκτέλεση
 1. Τοποθέτηση 1g εδάφους σε φιάλη των 500ml και 10ml διαλύματος $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ με προχοΐδα.
 2. Ανάδευση ώστε να αναμιχθεί το αντιδραστήριο με το έδαφος.
 3. Προσθήκη 20ml πυκνού H_2SO_4 (95%).
 4. Ανάδευση – Αφήνουμε τη φιάλη σε ηρεμία για 20'.
 5. Προσθήκη 200ml απιονισμένο νερό και 100ml H_3PO_4 (85%) – Αφήνουμε να ψυχθεί για 5'.
 6. Ρίχνουμε 10-12 σταγόνες δείκτη οργανικής ουσίας και τιτλοδοτούμε την περίσσεια του $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ με την προσθήκη FeSO_4 (0,5N).
 7. Παρατήρηση: Στο σημείο εξουδετέρωσης το χρώμα μεταβάλλεται απότομα σε πράσινο.
 8. Συμπέρασμα. Υπολογισμός οργανικής ουσίας % = $(T-T') \cdot N \cdot 0,67/B$

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3.1 Αποτελέσματα βλάστησης ελαιόδεντρων

Πίνακας 5. Νωπό Βάρος Κλαδιών Ελιάς (gram)

A/A	30/5/2014	7/7/2014	5/8/2014	16/9/2014	COMPOST/LITRA	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΘΕ ΕΝΑ ΔΕΝΤΡΟ	
1	70	287,12	577,24	489,99	0	1424,35	712,175	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
2	55,39	356,85	556,01	395,32	80	1363,57	681,785	
3	136,77	224,93	595,73	400,55	40	1357,98	678,99	
4	59,7	175,42	257,48	353,74	0	846,34	423,17	
5	29,25	115,06	317,6	180,72	80	642,63	321,315	
6	52,28	163,5	474,3	348,81	0	1038,89	519,445	
7	36,26	190,07	569,29	598,17	80	1393,79	696,895	
8	15,9	337,02	604,77	352,05	0	1309,74	654,87	
9	41,95	154,4	449,97	150,72	40	797,04	398,52	
10	23,55	276,22	857,27	240,4	80	1397,44	698,72	
11	30,95	101,6	242,68	83,14	40	458,37	458,37	
12	159,6	145,9	194,46	110,66	20	610,62	610,62	
13	92,03	71,9	167,06	39,7	0	370,69	370,69	
14	42,72	157,3	401,6	163,3	40	764,92	764,92	
15	140,45	141,32	154,2	106,35	20	542,32	542,32	
16	22,83	79,56	261,32	161,05	80	524,76	262,38	ΑΠΟΞΗΡΑΜΜΕΝΟ
17		72,16	135,64	123,76	0	331,56	165,78	
18	66,43	310,13	531,86	458,34	40	1366,76	683,38	
19		141,51	337,85	109,24	80	588,6	294,3	
20	64,6	270,26	751,59	164,35	0	1250,8	625,4	
21	58,2	341,2	780,3	453,54	40	1633,24	816,62	
22	61,45	300,07	533,7	339,07	0	1234,29	617,145	
23	50	89,92	169,9	149,45	80	459,27	459,27	
24	47,39	149,5	384,16	498,6	40	1079,65	539,825	
25	45,67	171,2	486,62	247,02	0	950,51	475,255	
26	64,95	164,28	220,33	298,19	20	747,75	747,75	
27	41,5	189,18	253,42	180	40	664,1	664,1	
28	15,25	326,17	722,56	199,6	0	1263,58	1263,58	
29	12,48	64,14	280,2	98,6	20	455,42	455,42	
30	8,6		111,6	40,5	40	160,7	160,7	

Επίπεδα compost κατά στρέμμα : Επίπεδα compost κατά στρέμμα :

0 = 0 m³ κατά στρέμμα

0 = 0lt compost κατά δένδρο

1 = 8 m³ κατά στρέμμα

1 = 20lt compost κατά δένδρο

2 = 16 m³ κατά στρέμμα

2 = 40lt compost κατά δένδρο

Πίνακας 6. Μέσος Όρος μήκους βλαστών

A/A	4/6/2014	7/11/2014	ΑΝΑΠΤΥΞΗ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	COMPOST/LIT
1A	12,26	26,5	14,24	11,02	0
1B	9,75	17,55	7,8		
2A	14,26	20	5,74	10,94	80
2B	8,52	24,65	16,13		
3A	11,62	20,4	8,78	10,06	40
3B	11,47	22,8	11,33		
4A	11,85	23,3	11,45	8,99	0
4B	10,12	16,65	6,53		
5A	10,8	31	20,2	14,87	80
5B	7,67	17,2	9,53		
6A	11,7	32	20,3	13,3	0
6B	12,3	18,6	6,3		
7A	13,49	33	19,51	14,91	80
7B	12,35	22,65	10,3		
8A	9,05	34	24,95	17,08	0
8B	9,75	18,95	9,2		
9A	11,1	35	23,9	19,28	40
9B	10,9	25,55	14,65		
10A	10,6	36	25,4	18,49	80
10B	10,52	22,1	11,58		
11	9,45	37	27,55	27,55	40
12	10,35	28,9	18,55	18,55	20
13	10,7	38	27,3	27,3	0
14	11,35	22,85	11,5	11,5	40
15	11	16,8	5,8	5,8	20

16A	7,25	32	24,75	18,73	80
16B	9,65	22,35	12,7		
17A	11,5	33	21,5	17,1	0
17B	12,65	25,35	12,7		
18A	11,77	34	22,23	15,92	40
18B	11,55	21,15	9,6		
19A	9,15	35	25,85	20,9	80
19B	11,25	27,2	15,95		
20A	12,35	36	23,65	16,88	0
20B	11,9	22	10,1		
21A	10,7	37	26,3	20,88	40
21B	13,5	28,95	15,45		
22A	12,85	38	25,15	17,55	0
22B	11,55	21,5	9,95		
23	13,35	32	18,65	18,65	80
24A	14,45	22,5	8,05	14,15	40
24B	12,75	33	20,25		
25A	9,6	19,7	10,1	5,05	0
25B	9,95	34	24,05		
26	13,5	23,7	10,2	10,2	20
27	10,05	35	24,95	24,95	40
28	9,6	17,7	8,1	8,1	0
29	8,35	36	27,65	27,65	20
30	10,95	17,55	6,6	6,6	40

0 = 154,37 cm

40 = 137.47 cm

80 = 187.18 cm

Πίνακας 7. Αποτελέσματα αναλύσεων

1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	PH	EC mS/cm	TKN (%)	P(%)	Οργανική ύλη(%)
(X+0K)	86.86	7.3	1.49	0,203	0,17	7,01
(X +1K)	87.72	7.2	1.67	0,497	0,36	9,08
(X +2K)	88.09	7.2	2,69	0,707	0,44	10,18
(X+1A) + 0K	91.57	7.2	1,18	0,791	0,13	3,5
(X+1A) +1K	89.94	7.5	0,93	1,162	0,25	7,4
(X+1A) +2K	89.1	7.1	1,17	2,32	0,45	9,68
(X+2A) + 0K	92.61	7.1	0,86	0,581	0,05	4,45
(X+2A) + 1K	89.04	7.1	1,56	1,917	0,28	4,47
(X+2A) + 2K	93.19	7.1	1,64	2,381	0,43	4,52
2η ΜΕΤΡΗΣΗ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	PH	EC mS/cm	TKN (%)	P(%)	Οργανική ύλη (%)
(X+0K)	80,22	7,7	1,76	0,014	0,1	7,67
(X +1K)	81,4	8,4	1,98	0,385	0,21	7,94
(X +2K)	80,24	8,5	2	0,548	0,33	6,87
(X+1A) + 0K	90,1	8	1,07	0,63	0,04	5,8
(X+1A) +1K	90,32	8,6	1,42	0,924	0,14	6,29
(X+1A) +2K	83,56	8,7	1,79	1,722	0,23	8
(X+2A) + 0K	87,31	8,5	1,03	0,518	0,12	4,02
(X+2A) + 1K	88,59	9	1,54	1,323	0,21	4,31
(X+2A) + 2K	88,23	9,1	1,81	1,631	0,32	4,51

Από τον πίνακα 6 προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα σε σχέση με την αρχική σύνθεση των υποστρωμάτων:

- pH, με την προσθήκη κομπόστ δεν φαίνεται να επηρεάζεται το pH
- Η αγωγιμότητα φαίνεται να αυξάνει ελαφρώς με την προσθήκη του κομπόστ
- Ο διαθέσιμος P αυξάνεται σημαντικά με την προσθήκη του κομπόστ
- Το διαθέσιμο K αυξάνεται ελαφρώς με την προσθήκη κομπόστ
- Στο άζωτο N δεν παρατηρείτε σημαντική μεταβολή με την προσθήκη κομπόστ
- Οργανική ύλη :Έχουμε σημαντική αύξηση στα συγκεκριμένα επίπεδα του προστιθέμενου κομπόστ.

3.2 Αποτελέσματα αναλύσεων εδαφών

Πίνακας 8. Αποτελέσματα αναλύσεων δειγμάτων γλάστρας χωρίς φυτά.

1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	PH	Ec mS/cm	TKN(%)	P(%)	K(%)	Οργανική ύλη(%)
X	76.86	7,3	1,29	0,1	0,4	0,3	7,2
X (1,2)	77.72	7,2	1,33	0,1	0,9	0,5	9,8
X (2,4)	78.09	7,3	1,45	0,2	1,1	0,6	12,1
X+1A	71.57	7,1	1,19	0,1	0,4	0,3	6,7
X+1A (1,2)	79.94	7,2	1,21	0,2	0,8	0,4	8,7
X+1A (2,4)	79.1	7,2	1,24	0,2	1	0,5	10,1
X+2A	72.61	7	0,87	0,2	0,2	0,3	6,4
X+2A (1,2)	79.04	7,1	1,13	0,2	0,7	0,5	7,8
X+2A (2,4)	73.19	7.1	1,44	0,3	0,9	0,5	8,7
2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	PH	Ec mS/cm	TKN(%)	P (%)	K(%)	Οργανική ύλη(%)
X	80,22	7,2	1,19	0,1	3,881	0,2	8,7
X (1,2)	81,42	7,3	1,23	0,2	5,585	0,3	9,5
X (2,4)	80,24	7,3	1,37	0,2	13,314	0,3	11,4
X+1A	80,1	7,1	1,21	0,1	1,558	0,2	7,4
X+1A (1,2)	80,32	7,3	1,38	0,2	5,595	0,2	8,2
X+1A (2,4)	73,56	7,2	1,34	0,2	8,196	0,3	8,1
X+2A	77,31	7,1	0,95	0,1	0,613	0,3	6,5
X+2A (1,2)	78,59	7,3	1,09	0,2	8,271	0,4	7,2
X+2A (2,4)	78,23	7,3	1,16	0,2	12,637	0,4	8,2

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνολικά, από την εφαρμογή κομπόστ στο έδαφος σε μικρή κλίμακα, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Με την προσθήκη κομπόστ δεν φαίνεται να επηρεάζεται το pH του υποστρώματος
- Η αγωγιμότητα φαίνεται να αυξάνει ελαφρώς με την προσθήκη του κομπόστ
- Ο διαθέσιμος P αυξάνεται σημαντικά με την προσθήκη του κομπόστ
- Το διαθέσιμο K αυξάνεται ελαφρώς με την προσθήκη κομπόστ
- Στο άζωτο N δεν παρατηρείτε σημαντική μεταβολή με την προσθήκη κομπόστ
- Οργανική ύλη :Έχουμε σημαντική αύξηση στα συγκεκριμένα επίπεδα του προστιθέμενου κομπόστ.

Μελλοντικά, χρειάζεται επανάληψη των πειραμάτων για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων, καθώς και χρήση διαφορετικών εδαφών και καλλιεργειών, με σκοπό να σχηματισθεί πιο ολοκληρωμένη άποψη για την επίδραση του συγκεκριμένου κομπόστ στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και στην ανάπτυξη της καλλιέργειας. Πιθανό ρόλο διαδραματίζει και ο τρόπος/συχνότητα άρδευσης, οπότε θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί η εφαρμογή κομπόστ σε συνδυασμό με ελλειμματική άρδευση.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

<http://www.teetas.gr/sites/default/files/seminaria/tsantelas.pdf>

[Tsakona Maria MSc 2007.pdf](#)

<http://mazotos.org/portfolio-item/eleokalliergia/>

http://agroselida.blogspot.gr/2017/11/blog-post_21.html

<http://artemis.library.tuc.gr/DT2012-0009/DT2012-0009.pdf>

<http://ir.lib.uth.gr/bitstream/handle/11615/1470/P0001470.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%80%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1_%CE%BB%CF%85%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD#%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%87%CE%B5%CE%AF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B7_%CE%9B%CE%AC%CF%83%CF%80%CE%B7%CF%82

<http://io.teiion.gr/bitstream/handle/123456789/1522/thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/4625/Sampaloti_Nathanail.pdf?sequence=3