



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

«ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ»

ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΕ ΠΡΟΗΓΜΕΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΑΚΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ**

Επιβλέπων : Μαραβελάκης Μανώλης

ΧΑΝΙΑ 2020



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

« Βιοεξανθράκωμα και η χρήση του σε προηγμένες τεχνολογικές εφαρμογές »

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΑΚΗ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ**

Επιβλέπων : Μαραβελάκης Μανώλης

**Επιτροπή Αξιολόγησης :
Μαραβελάκης Εμμανουήλ
Καλδέρης Δημήτριος
Μπολανάκης Νικόλαος**

Ημερομηνία παρουσίασης : 20/08/20

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας :

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT.....	2
1.1 Τι χαρακτηρίζεται ως απόβλητο.....	3
1.2 Κατηγορίες αποβλήτων.....	3
1.3 Τρόποι ανακύκλωσης αποβλήτων.....	4
1.3.1 Κομποστοποίηση.....	5
1.3.2 Πυρόλυση.....	5
1.3.3 Προϊόντα πυρόλυσης.....	7
1.4 Τι είναι το βιοεξανθράκωμα.....	9
1.4.1 Εφαρμογές-χρήσεις ενεργού άνθρακα	9
1.4.2 Χαρακτηριστικά ενεργού άνθρακα.....	10
1.4.3 Μορφές ενεργού άνθρακα	11
1.5 Περιβαλλοντικά οφέλη από την χρήση του biochar.....	12
1.5.1 Εφαρμογές και ιδιότητες βιοεξανθρακωμάτων.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	
2 Παραγωγή βιοεξανθρακώματος από τροφές.....	16
2.1 Παραγωγή βιοεξανθρακώματος από φύκια.....	20
2.1.1 Δομή φυκιών.....	24
2.2 Χρήση των αλγών – αποτελέσματα από την χρήση τους.....	25
2.2.1 βιοκαύσιμα 3 ^{ης} γενιάς.....	27
3. Posidonia Oceanica.....	28
3.1 Ως υλικό θερμομόνωσης.....	29
3.2 Ως πρόσμικτο στην παραγωγή άφλεκτων τούβλων.....	29
3.3 Ως πρόσμικτο σε υλικά με βάση το τσιμέντο.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	
4. Η πυρόλυση στη διαχείριση των απορριμμάτων.....	30
4.1 Πρώτη ύλη βιομάζας για την παραγωγή βιοεξανθρακώματος.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο	
5 Παραδείγματα εφαρμογών του βιοεξανθρακώματος.....	32
5.1 Το βιοεξανθράκωμα ως υλικό κατασκευής-γύψος.....	32
5.1.2 Δημιουργία γύψου.....	32
5.2.2 Βιομηχανικά τούβλα και σκυρόδεμα.....	34
5.2.3 Συνθετικά υλικά με βιοεξανθράκωμα- άργιλος.....	34
5.3 Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αργλικής γης ως δομική ύλη στην οικοδομική δόμηση.....	35
5.3.1 Καταλύτες αργίλου.....	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο	
6 Μετατροπή ανθρώπινων απόβλητων σε βιοεξανθράκωμα – τουαλέτα sol-char.....	36
6.1 Η παραγωγή... ..	37
6.2 Τα συστατικά.....	37
6.3 Πυρόλυση λυματολάσπης και παραγωγή biochar.....	38
6.3.1 Ποιοτικά χαρακτηριστικά λυματολάσπης.....	38
6.4 Πυρόλυση λυματολάσπης.....	39
6.4.1 Μονάδα πυρόλυσης λυματολάσπης.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	

7 Συνθετικό εξανθράκωμα – πυρόλυση εξανθρακώματος ελαστικών αυτοκινήτου.....	39
7.1 Τρόποι διάθεσης των ελαστικών απόρριψης.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°	
8 Εφαρμογήbiochar για αποκατάσταση ρυπασμένων εδαφών και νερών.....	41
8.1.1 Αποκατάσταση ρυπασμένων με μέταλλα νερών.....	42
8.1.2 Αποκατάσταση ρυπασμένων με μέταλλα έδαφος.....	42
8.1.3 Καθαρισμός μολυσμένων νερών με χρήση biochar.....	42
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

AC: ActivatedCarbon – Ενεργός Άνθρακας

PAC: powderedactivatedcarbons- διαμορφωμένασχήματαACσεσκόνη

CEC: cationexchange capacity – ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων

EC: ElementalCarbon

PAHs: Polycyclicaromatichydrocarbons-πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες

MSW: municipalsolidwaste – αστικά στερεά απόβλητα

OM: οργανικές ύλες

KSA: Βασίλειο Σαουδικής Αραβίας

MC: περιεκτικότητα σε υγρασία

PTC: πυρολυτικό ξανθράκωμα ελαστικών

PO: Posidonia Oceanica

ICT: Institute for Chemical Technology

WCSW: WaterCorporationsSubiacoWatertreatment

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε η αναζήτηση μέσων και τρόπων για την χρήση του βιοεξανθρακώματος σε προηγμένες τεχνολογικές εφαρμογές. Στην εποχή μας η ρύπανση του αέρα του νερού και του περιβάλλοντος ολοένα και αυξάνεται . Είναι λοιπόν επιτακτική η ανάγκη για ένα περιβάλλον απαλλαγμένο από ρύπους . Η προσρόφηση είναι μια μέθοδος που συνεχώς κερδίζει έδαφος γιατί έχει δειχθεί ότι μπορεί να απομακρύνει οργανικές ενώσεις τοξικές από διαλύματα . Το πιο σύνηθες προσροφητικό μέσο είναι ο ενεργός άνθρακας λόγω της υψηλής ειδικής επιφάνειας που έχει . Συνήθως παρασκευάζεται από κάρβουνο. Η χρήση βιοεξανθρακώματος για τον καθαρισμό μολυσμένων νερών από μέταλλα. Στην παρούσα διπλωματική έγινε μελέτη για την δημιουργία βιοεξανθρακώματος από ανθρώπινα απόβλητα , απορρίμματα τροφίμων και από φύκια . Η ανάγκη του ανθρώπου για ενεργειακή ασφάλεια έχουν δώσει νέα προοπτική στην παραγωγή βιοκαυσίμων γενικά και ειδικότερα των βιοκαυσίμων από τα φύκια . Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται η τεχνολογία παραγωγής ενεργού άνθρακα από φθηνές πρώτες ύλες .

ABSTRACT

In the present diploma thesis the search for means and ways for the use of biochar in advanced technological applications was carried out. Nowadays, air, water or environmental pollution is on the rise, so the need for environment free of pollutants is imperative. Adsorption is a method that is constantly gaining ground because it has been shown that it can remove organic toxic compounds from solutions. The most common adsorbent is activated carbon due to its high specific surface area. It is usually made from charcoal. The use of biochar for cleaning contaminated water from mineral. In the present diploma thesis, a study was carried out on the creation of biochar from human waste, food waste and algae. The man's need for energy security have given a new perspective to the production of biofuels in general and biofuels from algae specifically. In recent years, the technology of producing activated carbon from cheap raw materials has been developing.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τι χαρακτηρίζεται ως απόβλητο

Απόβλητο είναι κάθε ουσία ή αντικείμενο το οποίο ο κάτοχος του απορρίπτει ή προτίθεται ή υποχρεούται να απορρίψει . Υπάρχουν τρεις κατηγορίες αποβλήτων , τα οποία ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση διακρίνονται σε στερεά, υγρά και αέρια

1.2 Κατηγορίες αποβλήτων

ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα αέρια απόβλητα περιλαμβάνουν τα αστικά αερολύματα και τα αέρια απόβλητα από την μεταποίηση, τα οποία είναι στερεά μικρής κοκκομετρίας και χαμηλού βάρους τα οποία έχουν την δυνατότητα να μεταφερθούν μέσω του αέρα , αλλά και εκνεφώματα υγρών , τα οποία παρουσιάζουν υψηλή τάση εξάτμισης. Τα κύρια συστατικά των αερίων αποβλήτων είναι το Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), Οξείδια του θείου (SO_x), με σημαντικότερο εκπρόσωπο το διοξείδιο του θείου (SO_2), Οξείδια του αζώτου (NO_x), με συνηθέστερα το μονοξείδιο του αζώτου (NO), και το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) , Υδρογονάνθρακες (HC_s), Σωματίδια (PM10 δηλαδή με διάμετρο μικρότερη των 10 μm) και το Όζον (O_3). Οι κύριες πηγές των αερολυμάτων είναι οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας , η οικιακή θέρμανση , η κυκλοφορία των οχημάτων, τα διυλιστήρια, οι χαρτοποιίες, τα βαφεία, τα υαλουργεία, τα χυτήρια, τα ξηραντήρια γεωργικών προϊόντων.

ΤΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα απόβλητα που είναι σε στερεή κατάσταση αποτελούν τα στερεά απόβλητα. Σε αυτή την περίπτωση ανήκουν τα αστικά απορρίμματα, τα βιομηχανικά απορρίμματα (π.χ. τα άδεια βαρέλια, χαρτοκιβώτια, πλαστικά περιτυλίγματα), τα απόβλητα οικοδομικών κατεδαφίσεων, τα πετρελαιοειδή, τα απόβλητα κτηνοτροφικών και γεωργικών εκμεταλλεύσεων, τα απόβλητα των ορυχείων και των μεταλλείων, τα απόβλητα εκσκαφών (από ξηρά και θάλασσα), η ιλύς από την επεξεργασία αστικών λυμάτων και τη βιομηχανία, τα νοσοκομειακά απορρίμματα, τα ελαστικά και τα σκραπ.

ΤΑ ΥΓΡΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

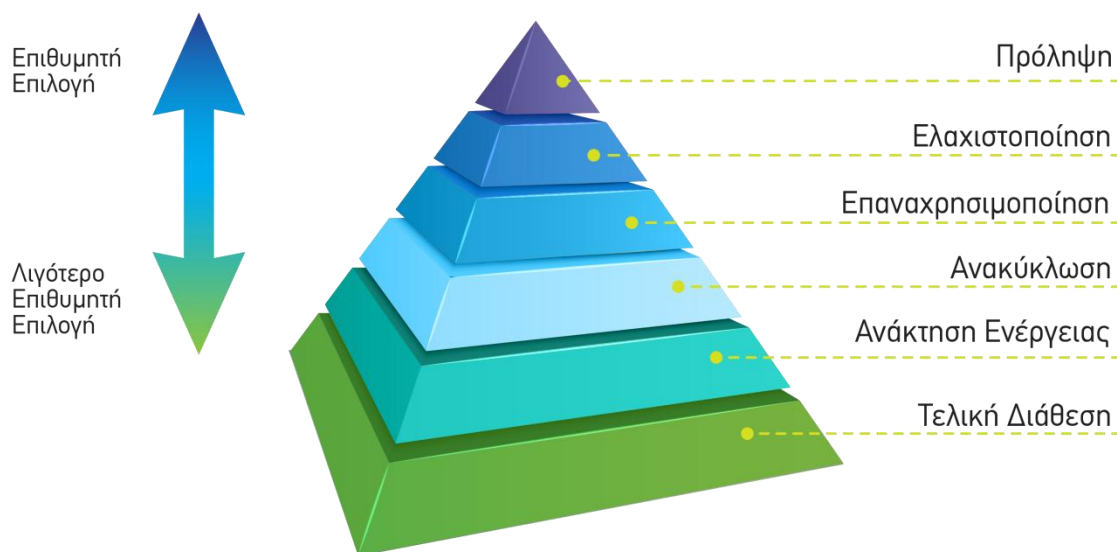
Τα υγρά απόβλητα περιλαμβάνουν τα στερεά υπολείμματα τα οποία είναι διαλυμένα μέσα σε ένα υγρό είτε νερό είτε κάποιον οργανικό διαλύτη και αποτελούν μια από τις κυριότερες πηγές προέλευσης των υγρών αποβλήτων είναι τα οικιακά , τα αστικά και τα βιομηχανικά απόβλητα. Γενικά οι κύριοι ρύποι των υγρών αποβλήτων είναι τα οργανικά βιοαποικοδομήσιμα υλικά, τα οργανικά μη βιοαποικοδομήσιμα υλικά, θρεπτικά υλικά , τοξικές ουσίες (π.χ. θειούχα, τα χρωμικά, οι φαινόλες και τα παράγωγα τους, το οργανικό θείο, τα αλογόνα) βαρέα μέταλλα, άλλα ανόργανα υλικά (π.χ. χλωριούχο νάτριο), παθογόνοι μικροοργανισμοί (π.χ. Escherichiacoli) .

Συγκεκριμένα τα σημαντικότερα συστατικά των αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων είναι τα αιωρούμενα στερεά, το Βιομηχανικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD_5), το Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο COD και άζωτο .

1.3 ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΕΙΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Η μείωση των αποβλήτων και η σωστή επεξεργασία τους είναι απαραίτητες ώστε να μειωθούν οι επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σαν στόχο την πρόληψη των αποβλήτων και την επαναχρησιμοποίηση τους (**Εικόνα 1.**) .Εάν δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα μια εναλλακτική λύση είναι η μέθοδος της ανακύκλωσης σε συνδυασμό με την χρήση των αποβλήτων για την παραγωγή ενέργειας. Η επιβλαβέστερη λύση για το περιβάλλον και την υγεία , είναι η απλή διάθεση των αποβλήτων για παράδειγμα μέσω υγειονομικής ταφής , παρότι συνιστά μια από τις φθηνότερες επιλογές.

ΙΕΡΑΡΧΗΣΗ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



Εικόνα 1. Ιεράρχηση επιλογών για τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων σύμφωνα με την Οδηγία 2008/99/ΕΚ

1.3.1 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Η κομποστοποίηση είναι μια φυσική διαδικασία η οποία μετατρέπει τα οργανικά υλικά σε μια πλούσια σκούρα ουσία . Αυτή η ουσία λέγεται κομπόστ ή χούμους ή εδαφοβελτιωτικό . Η κομποστοποίηση είναι ένας πολύ άμεσος και σημαντικός τρόπος ανακύκλωσης . Έχει υπολογιστεί ότι το 35% των οικιακών απορριμμάτων μπορούν να κομποστοποιηθούν.

ΓΙΑΤΙ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

A) Οι λόγοι που επιβάλλουν την κομποστοποίηση ως βασική μέθοδο για τη διαχείριση των οργανικών αποβλήτων έχουν να κάνουν με το τρίπτυχο:

- 1) περιβάλλον
- 2) κοινωνία
- 3) οικονομία

Επειδή οι ανάγκες των ελληνικών εδαφών σε οργανική ουσία είναι τεράστιες , λόγω της πολύ χαμηλής περιεκτικότητας (1%).

B) Επειδή το 35% των ελληνικών εδαφών κινδυνεύουν να ερημοποιηθούν.

Γ) Επειδή με την εκτεταμένη χρήση του κομπόστ αντιμετωπίζεται η εντεινόμενη διάβρωση των εδαφών και καταστέλλονται πολλά φυτοπαθογόνα του εδάφους .

Δ) Επειδή μειώνονται οι εκπομπές του CO_2 και οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών

E) Επειδή είναι ασύγκριτα η πλέον οικονομική μέθοδος τελικής διαχείρισης των οργανικών αλλαγών.

ΣΤ) Επειδή είναι η πλέον φιλική προς στο περιβάλλον.

ΠΩΣ ΓΙΝΕΤΑΙ ΚΑΙ ΠΩΣ ΕΛΕΓΧΟΥΜΕ ΤΗΝ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Τα βακτήρια , οι μύκητες και άλλα μικρόβια είναι οι “εργάτες” της κομποστοποίησης. Αυτοί , υποβοηθούνται κι από πολλούς άλλους μεγαλύτερους οργανισμούς . Κατά τη διάρκεια της κομποστοποίησης , αυτά τα μικρόβια παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, θερμότητα και νερό καθώς αποικοδομούν τα οργανικά υλικά του σωρού .

Για την αποτελεσματική κομποστοποίηση χρειάζεται :

1. Σωστό μίγμα υλικών σε σωστές αναλογίες
2. Σωστό αερισμό
3. Σωστή υγρασία
4. Σωστό μέγεθος υλικών .

1.3.2 ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Με την έννοια της πυρόλυσης νοείται η θερμική αποσύνθεση που συμβαίνει στις οργανικές ενώσεις σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ των 400°C και των 1000°C υπό συνθήκες όπου απουσιάζει το οξειδωτικό μέσο , όπως είναι ο αέρας ή το οξυγόνο. Κατά την διαδικασία της πυρόλυσης , γίνεται σπάσιμο των χημικών δεσμών και έτσι οι μακρομοριακές ενώσεις μετατρέπονται σε ενώσεις μικρού μοριακού βάρους , όπως είναι το κωκ, στα στερεά καύσιμα καθώς και το αέριο σύνθεσης . Το αποτέλεσμα της αποσύνθεσης είναι συνήθως ένα μείγμα αερίων το οποίο περιέχει τόσο μη συμπεκνωμένους ατμούς , όσο και πίσσα , δηλαδή οξυγονωμένους υδρογονάνθρακες , τα οποία σχηματίζουν ένα καύσιμο βιοέλαιο. Μια τυπική μονάδα πυρόλυσης αποτελείται από τον χώρο όπου γίνεται και υποδοχή και η προεργασία των αποβλήτων, από τον ξηραντήρα, κάτι όμως που σχετίζεται και με την ίδια την διαδικασία , από τον πυρολυτικό αντιδραστήρα , από το σύστημα της ενεργειακής αξιοποίησης του αερίου, όπως επίσης και από το σύστημα αντιρρύπανσης .

ΕΙΔΗ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

Η πυρόλυση διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:την βραδεία πυρόλυση, την ταχεία πυρόλυση και την ενδιάμεση πυρόλυση (**Εικόνα 2**) .

ΒΡΑΔΕΙΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗ.

Όταν θέλουμε το τελικό προϊόν να είναι βιοεξανθράκωμα χρησιμοποιούμε την συγκεκριμένη πυρόλυση. Χαρακτηρίζεται από μεγάλους χρόνους παραμονής . Η κατάλληλη θερμοκρασία κυμαίνεται από τους 300-600°C

ΤΑΧΕΙΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗ.

Η βιομάζα που θα χρησιμοποιήσουμε για την διαδικασία της πυρόλυσης θερμαίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες με σκοπό την παραγωγή μεγάλης ποσότητας υγρού και αέριου υποπροϊόντος. Σύμφωνα με μελέτες παράγονται 60-75% βιο-έλαια , 15-25% βιοεξανθράκωμα και 10-20% αέρια. Η κατάλληλη θερμοκρασία για αυτή την πυρόλυση είναι από τους 850-1250°C .

ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΠΥΡΟΛΥΣΗ.

Είναι συνδυασμός της βραδείας και της ταχείας πυρόλυσης. Κατά την ενδιάμεση πυρόλυση τα υγρά που παράγονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υγρά καύσιμα. Η κατάλληλη θερμοκρασία για αυτό το είδος της πυρόλυσης κυμαίνεται από τους 500-650°C.

ΑΚΑΡΙΑΙΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Με αυτό το είδος πυρόλυσης η παραγωγή των βιο-ελαίων μπορεί να φτάσει και το 75% εξαιτίας την υψηλής θερμοκρασίας που υπέστη η βιομάζα. Είναι ένα είδος πυρόλυσης το οποίο δεν συμφέρει για παραγωγή μικρής ποσότητας λόγω του υψηλού κόστους λειτουργίας . Οι θερμοκρασίες που κυμαίνεται είναι από 900-1200°C.

ΑΕΡΟΠΟΙΗΣΗ

Αεριοποίηση είναι η μερική οξείδωση των απόβλητων, υπό την παρουσία ορισμένης ποσότητας οξειδωτικού , το οποίο βρίσκεται σε ποσότητα μικρότερη από την αναγκαία για να γίνει στοιχειομετρική καύση. Μέσω της αεριοποίησης , το οργανικό περιεχόμενο των απορριμμάτων μετατρέπεται σε ένα καύσιμο το οποίο αποτελείται κυρίως από υδρογόνο και από μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα καθώς και ορισμένες ποσότητες μεθανίου . Ορισμένες φορές το αέριο σύνθεσης είναι μολυσμένο με άλλα στοιχεία και ανεπιθύμητα προϊόντα όπως για παράδειγμα είναι τα σωματίδια , η πίσσα , τα χλωρίδια . Κατά την διαδικασία εκτός από αέριο σύνθεσης παράγονται υπολείμματα στερεής μορφής τα οποία περιλαμβάνουν άνθρακα και αδρανή όπως και συμπυκνωμένο υπόλειμμα υγρής μορφής. Η διαδικασία της αεριοποίησης έχει κοινά στοιχεία με την πυρόλυση , καθώς γίνεται μετατροπή των απορριμμάτων σε αέρια , στερεά και σε υγρά καύσιμα. Η πυρόλυση χρησιμοποιεί μια εξωτερική πηγή θερμότητας , σε συνθήκες όπου δεν υπάρχει οξυγόνο . Η τεχνολογία της αεριοποίησης αυτοσυντηρείται χρησιμοποιώντας παράλληλα πρόσθετο αέριο

καύσιμο , όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το οξυγόνο , προκειμένου να γίνει πρόσθετη μετατροπή των οργανικών υπολειμμάτων σε αέρια προϊόντα.

Τεχνολογίες – Προϊόντα - Χρήσεις			
Είδος	Συνθήκες	Προϊόν υγρό/ αέριο/ στερεό wt%	Χρήση
Ταχεία Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~500 °C και μικρό χρόνο παραμονής αερίου ~ 1 sec	75 12 13	Υγρά καύσιμα
Μεσαία Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~500 °C και χρόνο παραμονής αερίου ~ 10 – 20 sec	50 20 30	Υγρά, αέρια στερεά καύσιμα, σύνθεση χημικών
Αργή Πυρόλυση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~400 °C και πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής αερίου	30 35 35	Υγρά, αέρια στερεά καύσιμα, σύνθεση χημικών
Αεριοποίηση	Θερμοκρασία αντίδρασης ~800 °C και μεγάλο χρόνο παραμονής αερίου	5 10 85	Αέριο καύσιμο

Εικόνα 2. Είδη πυρόλυσης και οι συνθήκες με την μέγιστη απόδοση

1.3.3 ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

Η επεξεργασία της βιομάζας με την διαδικασία της πυρόλυσης παράγει προϊόντα και ενέργεια. Τα προϊόντα που παράγονται διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες : υγρό, στερεό και αέριο. Σε στερεή μορφή είναι το βιοεξανθράκωμα , σε υγρή μορφή είναι το βιοέλαιο και σε αέρια μορφή είναι το syngas .

ΥΓΡΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ- ΒΙΟΕΛΑΙΟ

Το βιοέλαιο είναι ένα σκούρο καφέ υγρό και είναι ένας συνδυασμός διάφορων οξυγονούχων οργανικών μορίων. Το βιοέλαιο περιέχει ένα ποσοστό νερού το οποίο είναι αποτέλεσμα της αρχικής υγρασίας που υπάρχει στην λιγνοκυτταρινούχα βιομάζα. Το βιοέλαιο δεν είναι έτοιμο για άμεση χρήση εξαιτίας του νερού που υπάρχει με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η ανάφλεξη του. Περιέχει οξέα , εστέρες φαινόλες και αρωματικούς υδρογονάνθρακες . Οι φαινόλες είναι αποτέλεσμα από την διάσπαση της λιγνίνης. Οι υπόλοιπες ενώσεις προκύπτουν από την διάσπαση της κυτταρίνης και της ημικυτταρίνης. Το βιοέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο . Για να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για μεταφορές πρέπει να βελτιωθούν κάποιες ιδιότητες του. Η βελτίωση έχει να κάνει με φυσική αναβάθμιση και χημική ή καταλυτική αναβάθμιση. Το βιοέλαιο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο , το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνει την ενέργεια του βιοελαίου κατά 50% .

ΣΤΕΡΕΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ-ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ

Το βιοξανθράκωμα είναι αποτέλεσμα της αργής πυρόλυσης . Ένα μεγάλο μέρος του βιοξανθρακώματος αποτελείται από άνθρακα , αλλά περιέχει και μικρές ποσότητες οξυγόνου και άνθρακα . Το βιοξανθράκωμα θεωρείται ένα υλικό αρκετό εύφλεκτο . Το βιοξανθράκωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο αλλά και για την παραγωγή ενεργού άνθρακα . Το τελευταίο διάστημα χρησιμοποιείται και ως εδαφοβελτιωτικό με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών .

ΑΕΡΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ-ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

Όταν γίνεται η πυρόλυση μιας οργανικής ύλης σε αντίδραση με το οξυγόνο και άλλες ουσίες με αποτέλεσμα να γίνεται ο διαχωρισμός του σε μικρότερα μόρια σε ένα μίγμα από μονοξείδιο του άνθρακα κ.α. παράγεται ένα αέριο το οποίο ονομάζεται syngaskai μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια . Αποτελείται από υδρογόνο , μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα δηλαδή από αέρια μικρού μοριακού βάρους . Ωστόσο στα αέρια που παράγονται σε μικρές θερμοκρασίες περιέχονται αρωματικές ενώσεις και φαινόλες (θερμοκρασίες μικρότερες από τους 500 °C) .

ΚΩΚ ΚΑΤΑΛΥΤΗ (catalyst coke):

Το κωκ συνήθως σχηματίζεται πάνω στην επιφάνεια του καταλύτη κατά τη διάρκεια της καταλυτικής πυρόλυσης. Προέρχεται από την καταλυτική πυρόλυση της βιομάζας και αποτελείται κυρίως από μεγαλομόρια αρωματικών ή άλλων σχετικών οξυγονούχων ενώσεων. Τόσο η εξανθράκωση της βιομάζας, όσο και ο σχηματισμός του κωκ οδηγούν στην απενεργοποίηση του καταλύτη, ωστόσο και τα δύο (char και κωκ) μπορούν να απομακρυνθούν από την επιφάνεια του καταλύτη με την καύση.

ΥΔΡΟΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η μετατροπή της βιομάζας σε βιοαέριο ονομάζεται υδροπυρόλυση. Η διαδικασία αυτή είναι παρόμοια με αυτή της ταχείας πυρόλυσης . Η μόνη διαφορά είναι ότι σε αυτή την μέθοδο έχουμε προσθήκη υδρογόνου με αποτέλεσμα την μείωση του οξυγόνου στο βιοέλαιο και την αύξηση του βιοξανθρακώματος .

1.4 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ

Το βιοξανθράκωμα σύμφωνα με την InternationalBiocharInitiative ορίζεται ως ένα στερεό υλικό που παράγεται από την ανθρακοποίηση της βιομάζας . Ο όρος «μαύρος άνθρακας» χρησιμοποιείται συχνά ως συνώνυμο με τον όρο «βιοξανθράκωμα». Το βιοξανθράκωμα είναι ένα υλικό πλούσιο σε άνθρακα, αλλά η περιεκτικότητά του σε θρεπτικά συστατικά όπως είναι το άζωτο το φώσφορο και το κάλιο είναι μικρή . Το βασικό στοιχείο του βιοξανθρακώματος είναι ο άνθρακας ωστόσο περιέχει υδρογόνο , οξυγόνο και τέφρα. Λόγω των καλών του χαρακτηριστικών όπως είναι η ειδική επιφάνεια , η πορώδης μορφή του, οι επιφανειακές λειτουργικές ομάδες καθώς και το ότι είναι φθινό και φιλικό προς το περιβάλλον υλικό , το βιοξανθράκωμα απέκτησε μεγάλη προσοχή όσον αφορά στην αντιμετώπιση πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων ,συμπεριλαμβανομένης της αποκατάστασης του εδάφους , την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του

θερμοκηπίου, τη διαχείριση αποβλήτων και την παραγωγή ενέργειας. Ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απομάκρυνση βαρέων μετάλλων αλλά και για την προσρόφηση οργανικών και ανόργανων ρύπων .

1.4.1 Εφαρμογές – Χρήσεις Ενεργού Άνθρακα

ΟΑC είναι ένα προσροφητικό υλικό που λόγω του ελεγχόμενου μεγέθους της και κατανομή των πόρων του κατά την παραγωγή μπορεί να προσαρμόζεται στις ανάγκες της αγοράς. Ανάλογα με τη μορφή των πρώτων υλών εφαρμόζεται συγκεκριμένη μέθοδος ενεργοποίησης . Τα προϊόντα που παράγονται από την μέθοδο της ενεργοποίησης χρησιμοποιούνται σε ποικίλες εφαρμογές. Από τον καθαρισμό του πόσιμου νερού μέχρι τον έλεγχο της εκπομπής ρύπων από τα οχήματα. Ο ενεργός άνθρακας λόγω των προσροφητικών του ιδιοτήτων που παρέχει η υψηλή επιφάνεια μέσα από την πορώδη δομή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανίες τροφίμων , φαρμάκων , χημικών πετρελαίου και σε κατασκευές αναρροφητήρων. Ο AC μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τον καθαρισμό αέριων ρύπων όσο και ρύπων στην υδατική φάση.

Αέριας φάσης εφαρμογές ενεργού άνθρακα

Η εφαρμογή του AC σε αέρια φάση περιλαμβάνει τον καθαρισμό του αέρα, την κατάλυση των καυσαερίων , την ανάκτηση διαλυτών και τον έλεγχο εκπομπών των αυτοκινητοβιομηχανιών. Χρησιμοποιείται για την αφαίρεση ρητίνης και υδρογονανθράκων από τα αέρια πριν από την διοχέτευση τους σε καταλύτες καθώς και την απομάκρυνση πετρελαίου από πιεσμένο αέρα . Στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και αποτέφρωσης απορριμμάτων για την απομάκρυνση διοξειδίου του θείου από καυσαέρια .

Μια άλλη χρήση του είναι σε συστήματα κλιματισμού – εξαερισμού για τον καθαρισμό του αέρα που εισέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον , σε χώρους όπου απαιτούνται εσωτερικές συνθήκες παρόμοιες με αυτές του περιβάλλοντος όπως είναι τα αεροδρόμια , και τα δωμάτια των νοσοκομείων και των μουσείων .

Στη εσωτερική ειδική επιφάνεια του άνθρακα υπάρχουν επιφάνειες οξειδίων, τα οποία έχουν αναγνωριστεί ως φαινολικές ομάδες, υδροξύλια και καρβοξυλικές ομάδες. Μια από τις πρώτες χρήσεις του AC είναι τα φίλτρα που χρησιμοποιήθηκαν τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο από τις ένοπλες δυνάμεις για αναπνευστήρες μάσκες. Στο πεδίο των πυρηνικών εγκαταστάσεων, για την αφαίρεση ραδιενεργών ιωδιούχων ενώσεων από τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα, χρησιμοποιούνται εμποτισμένοι ενεργοί άνθρακες. Ο ενεργός άνθρακας και ο εμποτισμένος χρησιμοποιείται για πολλές χρήσεις ελέγχου εκπομπών οσμών όπως είναι η επεξεργασία πλαστικών και το στέγνωμα πριονιδιών ξύλου. Τέλος, στα φίλτρα τσιγάρων και στα εξαρτήματα για πίπες καπνού, ενεργός άνθρακας χρησιμοποιείται για να μειώσει τη νικοτίνη και την πίσσα του περιεχομένου του καπνού .

Υγρής φάσης εφαρμογές ενεργού άνθρακα

Οι εφαρμογές του ενεργού άνθρακα στα υγρά αντιστοιχούν πάνω από τα 2/3 της παγκόσμιας κατανάλωσης του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως σκόνη , ως

διαμορφωμένα σχήματα ενεργού άνθρακα σε σκόνη (PAC) και η χρήση του είναι για την επίλυση προβλημάτων ρύπανσης. PAC χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα πολυστρωματικά φίλτρα για την επεξεργασία πόσιμου νερού σε αερόβιες ή αναερόβιες εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, ώστε να απορροφηθούν τοξικές ουσίες και να σταθεροποιηθεί η βιολογική δραστηριότητα. Άλλη μια χρήση είναι σε νοικοκυριά για καθαρισμό του νερού βρύσης . Η επεξεργασία του πόσιμου νερού απαιτεί το 31% του συνολικού AC που χρησιμοποιείται σε εφαρμογές υγρής φάσης. Τα λύματα , βιομηχανικά ή αστικά , μπορεί να περιέχουν αιωρούμενα σωματίδια , επιβλαβείς μικροοργανισμούς , προσμίξεις επιβλαβής για το περιβάλλον που πρέπει να καταστραφούν πριν την απόρριψη τους στο περιβάλλον . Αυτό για να επιτευχθεί γίνεται χρήση του PAC . Τέλος , πολλά αντιβιοτικά , βιταμίνες και στεροειδή απομονώνονται με προσρόφηση σε άνθρακα ενώ ο κοκκώδης ενεργός άνθρακας με ημιπερατή επικάλυψη χρησιμοποιείται για αιμοκάθαρση σε περιπτώσεις νεφρικής ανεπάρκειας και ασθενείς του ήπατος ή δηλητηρίαση.

1.4.2 Χαρακτηριστικά Ενεργού Άνθρακα

Το ανεπτυγμένο πορώδες και η υψηλή ειδική επιφάνεια είναι κάποια στοιχεία τα οποία καθιστούν τον ενεργό άνθρακα ως το πιο αποτελεσματικό προσροφητικό υλικό. Η συμπεριφορά του ως προσροφητικό υλικό επηρεάζεται από διάφορα χαρακτηριστικά του. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα παρακάτω :

Κατανομή των κόκκων , το μέγεθος αυτό εκφράζεται με την ουσιαστική διάμετρο d_{10} (η διάμετρος μέσα από την οποία διέρχεται το 10% του υλικού) και το συντελεστή ομοιομορφίας $UC=d_{10}+d_{60}$.

- Ειδική επιφάνεια , δηλαδή η επιφάνεια ανά μονάδα μάζας που είναι διαθέσιμη για προσρόφηση .
- Μέγεθος των πόρων.
- Σκληρότητα (αριθμός τριβής) , η οποία εκφράζει την αντοχή του κοκκώδους ενεργού άνθρακα στις διεργασίες έκπλυσης , μεταφοράς και αναγέννησης .
- Φαινόμενη πυκνότητα , η οποία ορίζεται ως η μάζα του ενεργού άνθρακα σε ξηρή βάση ανά μονάδα όγκου του, συμπεριλαμβανομένων των πόρων και των κενών μεταξύ των κόκκων του.
- Πυκνότητα σωρού , η οποία ορίζεται ως η πυκνότητα του ενεργού άνθρακα μέσα στο μέσο με τις ουσίες προς προσρόφηση .
- Αριθμός ιωδίου, πρόκειται για την ποσότητα του ιωδίου που προσροφάτε στον ενεργό άνθρακα υπό καθορισμένες συνθήκες και αντιπροσωπεύει την ικανότητα του ενεργού άνθρακα να προσροφά ουσίες μικρού μοριακού βάρους .
- Αριθμός φαινολών, χρησιμοποιείται σαν δείκτης της ικανότητας του ενεργού άνθρακα να προσροφά ουσίες που ευθύνονται για ανεπιθύμητες γεύσεις και αρώματα από το νερό.
- Αριθμός τανινών, εκφράζει την ικανότητα του να προσροφά ουσίες μεσαίου και μεγάλου μοριακού βάρους.

- Αριθμός μπλε μεθυλενίου, πρόκειται για την ποσότητα του μπλε μεθυλενίου που προσροφάτε στον ενεργό άνθρακα και αντιπροσωπεύει την ικανότητά του να προσροφά ουσίες μεσαίου μοριακού βάρους.
- Αριθμός τετραχλωράνθρακα, πρόκειται για την ποσότητα του αέριου τετραχλωράνθρακα που προσροφάτε στον ενεργό άνθρακα και αντιπροσωπεύει την ικανότητά του να προσροφά αέρια
- Αριθμός μισού μήκους αποχλωρίωσης, αφορά την ικανότητα του ενεργού άνθρακα να προσροφά χλωριόντα από το νερό και αναφέρεται στο μήκος του στρώματος του ενεργού άνθρακα που απαιτείται για να προκύψει στην εκροή συγκέντρωση χλωρίου 3.5 ppm από συγκέντρωση εισόδου 5 ppm.

1.4.3 ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η διάκριση σε ενεργούς άνθρακες γίνεται με βάση το μέγεθος των κόκκων (**Εικόνα 3**). Οι πιο συνηθισμένες μορφές περιλαμβάνουν :

- 1) τον εξωθημένο άνθρακα, η μορφή του είναι κυλινδρικά σφαιρίδια.
- 2) τον κοκκώδη ή αλλιώς σπασμένο άνθρακα με την μέση διάμετρο κόκκων να είναι μεγαλύτερη από 1 χιλιοστό.
- 3) και τον κονιοποιημένο με μέση διάμετρο κόκκων μικρότερη από 0.2 χιλιοστά .

Ειδικά κατασκευασμένοι τύποι ενεργού άνθρακα περιλαμβάνουν :

- σφαιρίδια ενεργού άνθρακα
- σβόλους ενεργού άνθρακα
- ενεργό άνθρακα με επικάλυψη πολυμερούς
- ίνες ενεργού άνθρακα
- και κηρήθρες

Το μέγεθος των κόκκων του , συνδέεται με την λειτουργία των συσκευών προσρόφησης καθώς και με τον σχεδιασμό τους .



Εικόνα 3 . Διάφορα στάδια κοκκινίσματος του βιοεξανθρακώματος

1.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΞΕΝΑΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ

Ο ενεργοποιημένος άνθρακας είναι το πιο χρησιμοποιημένο υλικό προσρόφησης για τον καθαρισμό

- 1) του νερού
- 2) του αέρα
- 3) του εδάφους
- 4) καθώς και των ιζημάτων .

Ο ΡΑC (κονιοποιημένος) έχει καλύτερη ικανότητα προσρόφησης από τον κοκκώδη ενεργοποιημένο άνθρακα . Ο διαχωρισμός του κονιοποιημένου άνθρακα είναι αρκετά δύσκολος , αυτό συμβαίνει γιατί η ανάκτηση της σκόνης ενεργοποιημένου άνθρακα από τα σωματίδια του εδάφους ή του ιζήματος δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί με τις παραδοσιακές διεργασίες πήξης, κροκίδωσης και διαύγασης. Ο μαγνητικός ενεργοποιημένος άνθρακας αποτελεί μια εναλλακτική οδό για την ανάκτηση ρύπων . Έχει γίνει η χρήση του για την απομάκρυνση οργανικών-ανόργανων ρύπων από τα λύματα και έχει χρησιμοποιηθεί και στην βιομηχανία εξόρυξης . Το κόστος παραγωγής τους είναι υψηλό και έχουν μεταβληθεί οι ιδιότητες προσρόφησης, σε σύγκριση με τους αμετάβλητους ενεργοποιημένους άνθρακες .

1.ΑΜΒΛΥΝΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Η πιο άμεση επίδραση του συνδυασμού πυρόλυσης και εφαρμογής biochar στο έδαφος είναι η συνολική απομάκρυνση CO_2 από την ατμόσφαιρα . Το CO_2 αφομοιώνεται από τα φυτά διαμέσου φωτοσύνθεσης, τα οποία στη συνέχεια πυρολύονται αποδίδοντας ενέργεια από τα παραγόμενα αέρια , ενώ το κατάλοιπο του biochar συγκρατείται και εν συνέχεια αποθηκεύεται στο έδαφος . Αν καινούριο CO_2 αφομοιωθεί από τα φυτά , η ταφή του biochar σημαίνει συνολική μείωση του CO_2 στην ατμόσφαιρα . Το ποσοστό του άνθρακα που συγκρατείται κατά την πυρόλυση που ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία πυρόλυσης και με το είδος της πρώτης ύλης . Τα πρώτα αποτελέσματα δείχνουν ότι η βιοενέργεια του biochar δεν οδηγεί μονό στην ακινητοποίηση του CO_2 , άλλα η παρουσία του biochar στο έδαφος μπορεί να μειώσει τις εκπομπές **δύο** ακόμα πιο δυνατών αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου :

τα **οξειδία του αζώτου** NO_x και το **μεθάνιο** . Στα πειράματα του θερμοκηπίου , οι εκπομπές NO_x μειώθηκαν κατά 80% και οι εκπομπές μεθανίου εξαλείφθηκαν εντελώς με προσθήκη 20gkg^{-1} Biochar σε κτηνοτροφική έκταση με γρασίδι.

2.ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΞΕΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ

Κατά την πυρόλυση παράγονται 3 είδη προϊόντων, το στερεό , το υγρό και το αέριο. Για να παραχθεί βιοξενανθράκωμα υψηλής απόδοσης απαιτούνται συγκεκριμένες συνθήκες κατά την διαδικασία της πυρόλυσης. Το βιοξενανθράκωμα προστίθεται στα εδάφη με την πρόθεση να βελτιώσει τις ιδιότητες του και να μειώσει τις εκπομπές των θερμοκηπικών αερίων. Το βιοξενανθράκωμα παράγεται από τη θερμική αποσύνθεση οργανικών υλικών σε συνθήκες όπου δεν υπάρχει οξυγόνο ή είναι περιορισμένο και σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτή η διαδικασία θυμίζει τον τρόπο που παράγεται το ξυλοκάρβουνο ωστόσο ξεχωρίζει από την παραγωγή ομοίων υλικών διότι το

βιοεξανθράκωμα παράγεται με σκοπό να προστεθεί στο χώμα ως ένα μέσο που θα βελτιώσει την απόδοση του εδάφους, θα διατηρήσει τα θρεπτικά συστατικά από το νερό που διαπερνάει το έδαφος και θα προσφέρει αποθήκευση του άνθρακα.

1.5.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΩΝ

Οι ιδιότητες και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του βιοεξανθρακώματος αποτελούν κυρίαρχο παράγοντα, διότι αυτά καθορίζουν την χρήση τους. Η ποσότητα του βιοεξανθρακώματος και οι ιδιότητες του (βιολογικές και φυσικοχημικές) εξαρτώνται από την προέλευση της αρχικής βιομάζας που πυρολυθεί και από παραμέτρους που έχουν να κάνουν με την θερμοκρασία, τον ρυθμό που αυξάνεται η θερμοκρασία και από τον χρόνο παραμονής του στον φούρνο. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που εμφανίζουν τα βιοεξανθρακώματα είναι η ανθεκτικότητά τους στην αποδόμηση, γεγονός που εξαρτάται από την υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και από το βαθμό αρωματικότητας του.

Η χημική και φυσική συμπεριφορά των βιοεξανθρακωμάτων καθορίζεται από τις :

- αναλογίες του άνθρακα
- την πτητική ύλη
- την τέφρα
- και την υγρασία.

Ορισμένα συστατικά της τέφρας όπως είναι το χλώριο το άζωτο και το κάλιο απομακρύνονται σαν πτητικά σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ άλλα στοιχεία όπως είναι το ασβέστιο και το θείο είναι πιο σταθερά και διασπώνται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Βιομάζα υψηλής περιεκτικότητας σε τέφρα φαίνεται να επηρεάζουν την απόδοση και τη σύσταση του βιοεξανθρακώματος. Η προ-επεξεργασία της βιομάζας με ανόργανα διαλύματα αλάτων αυξάνει την απόδοση της πυρόλυσης σε βιοεξανθράκωμα ενώ το ξέπλυμα της βιομάζας πριν την πυρόλυση μειώνει την παραγωγή εξανθρακώματος διότι απομακρύνει κάποια μόρια υδρογονανθράκων τα οποία ευνοούν την πραγματοποίηση αντιδράσεων για τον σχηματισμό τους. Ένα μεγάλο μέρος της τέφρας παραμένει στο βιοεξανθράκωμα και με μεγάλη συγκέντρωση, λόγω της απώλειας σε υδρογόνο άνθρακα και οξυγόνο.

Το μέγεθος των σωματιδίων της βιομάζας ασκεί ανάλογη επιρροή στην απόδοση της πυρόλυσης. Επειδή οι ιδιότητες πρώτων υλών διαφέρουν από υλικά φτωχά σε πλούσια σε ανόργανα συστατικά το pH των βιοεξανθρακωμάτων ποικίλει από 12. Βιομάζα με υψηλή περιεκτικότητα ανόργανων συστατικών έχει υψηλότερες τιμές pH από αυτή που δεν έχει τόσο υψηλή περιεκτικότητα. Το pH αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας πυρόλυσης, ενώ οι τιμές pH των βιοεξανθρακωμάτων αυξάνουν ανάλογα με το χρόνο παραμονής. Όταν ο χρόνος παραμονής είναι μεγάλος πραγματοποιείται πλήρης ανθρακοποίηση, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται περισσότερες αλειφατικές ομάδες. Σύμφωνα με τον Lehmannetal, (2005) η χρήση του βιοεξανθρακώματος ως εδαφοβελτιωτικό μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση ή στην μείωση του pH ανάλογα με τον τύπο και την εφαρμοζόμενη δόση βιοεξανθρακώματος. Στην γεωργία ο όρος βιοεξανθράκωμα είναι συμβατός με τον όρο ασβέστωση λόγω των ιδιοτήτων εξουδετέρωσης που έχει. Το βιοεξανθράκωμα που παρασκευάζεται σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει χαμηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα και pH, και

υψηλότερες συγκεντρώσεις του οργανικού άνθρακα και διαλυμένου οργανικού άνθρακα σε σύγκριση με αυτό που παράγεται σε υψηλές θερμοκρασίες. Το βιοεξανθράκωμα που παράγεται σε υψηλές θερμοκρασίες έχει υψηλότερο:

-πορώδες

- pH

-ειδική επιφάνεια

-και χαμηλότερο επιφανειακό φορτίο.

Έχει παρατηρηθεί ότι βιομάζα με υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα παράγει βιοεξανθράκωμα με υψηλότερη ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων . Από την άλλη οι υψηλές θερμοκρασίες πυρόλυσης μειώνουν την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Αυτό οφείλεται στο σχηματισμό μεγαλύτερης ειδικής επιφάνειας σε θερμοκρασίες μέχρι και 600 °C και την απώλεια σε πτητική ύλη. Σε θερμοκρασίες που φθάνουν και τους 1000°C τα προϊόντα είναι υδρόφοβα. Σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται κάτω από 600-700°C το βιοεξανθράκωμα φαίνεται να οξειδώνεται γρήγορα και να επιτυγχάνουν μεγαλύτερες τιμές CEC στο έδαφος. Οι μεταβολές στην CEC πραγματοποιούνται εξαιτίας της εκχύλισης των υδρόφοβων ενώσεων από τα βιοεξανθρακώματα ή στην αύξηση της καρβοξυλίωσης του άνθρακα. Το βιοεξανθράκωμα σύμφωνα με τον Lehmann είναι αρκετά σταθερό και μπορεί να παραμείνει για αρκετό καιρό στο περιβάλλον εξαιτίας της υψηλής αρωματικότητας του. Το βιοεξανθράκωμα είναι εξ ορισμού απανθρακωμένη οργανική ύλη και συμβάλλει στην μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τον Lehmannetal (2009) υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την ικανότητα του βιοεξανθρακώματος για να ενισχύσει τη γονιμότητα του εδάφους , να προσροφά τους ρύπους και να δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα για την καταπολέμηση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής. Η χρήση του βιοεξανθρακώματος γίνεται εδώ και πολλά χρόνια στον Αμαζόνιο για την δημιουργία του TerraPetra όπου αποτελεί ένα είδος γόνιμου εδάφους.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά των βιοεξανθρακωμάτων τα καθιστούν κατάλληλα για την αποκατάσταση και την απομάκρυνση ρυπογόνων ουσιών από το έδαφος και το νερό . Η χρήση του βιοεξανθρακώματος για την προσρόφηση οργανικών και ανόργανων ρύπων σχετίζεται με πιθανά οφέλη στο πλαίσιο της οργανικής απόδοσης , στη δέσμευση του άνθρακα, στη διαχείριση αποβλήτων και στη καθαρή παραγωγή ενέργειας. Τα βιοεξανθρακώματα μοιάζουν αρκετά με τον AC , αυτό που το κάνει να διαφέρει είναι ότι κανόνα τα πρώτα παράγονται σε χαμηλές θερμοκρασίες πυρόλυσης και δεν απαιτεί περαιτέρω ενεργοποίηση και ακόμα είναι οικονομικά τόσο στη παραγωγή όσο και στην εύρεση της πρώτης ύλης . Το βιοεξανθράκωμα δεν ανθρακοποιείται τελείως και το μέρος του βιοεξανθρακώματος που δεν έχει ανθρακοποιηθεί είναι σε θέση να δεσμεύει ρύπους του εδάφους όπως είναι η οργανική ύλη. Η προσροφητική ικανότητα του βιοεξανθρακώματος είναι συνάρτηση τόσο του αρχικού υλικού από το οποίο προέρχεται όσο και των συνθηκών πυρόλυσης . Σχετικά με τους οργανικούς ρύπους η προσρόφηση τους γίνεται :

α) είτε με επιφανειακή προσρόφηση στα τμήματα που είναι ανθρακοποιημένα

β) είτε με τον διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος το οποίο δεν έχει

ανθρακοποιηθεί.

Οργανικοί ρύποι θεωρούνται οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs) , τα αντιβιοτικά , τα απόνερα από βαφεία και τα φυτοφάρμακα. Βιοεξανθράκωμα υψηλής θερμοκρασίας έχει προταθεί ως ένα αποτελεσματικό προσροφητικό για την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών , οργανικών και μετάλλων. Τα βαρέα μέταλλα θεωρούνται ανόργανοι ρύποι και είναι αρκετά επικίνδυνα για τους υδροβίους οργανισμούς και κυρίως για την ανθρώπινη υγεία διότι δρουν ως δηλητήρια και λόγω του ότι δεν βιοδιασπώνται παρουσιάζουν έντονα φαινόμενα βιοσυσσώρευσης. Το βιοεξανθράκωμα χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση βαρέων μετάλλων από ρυπασμένα εδάφη. Η ικανότητα του βιοεξανθρακώματος να απορροφά τα βαρέα μέταλλα έχει να κάνει με τις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις αρνητικές φορτισμένες επιφάνειες του άνθρακα και στα κατιόντα των μετάλλων καθώς και στην ανταλλαγή ιόντων ανάμεσα στα επιφανειακά πρωτόνια και τα μεταλλικά κατιόντα . Η ικανότητα της προσρόφησης των ανθρακωδών υλικών θα μπορούσε να ενισχυθεί από την παρουσία τέφρας και καρβοξυλικών ομάδων . Η χρήση του βιοεξανθρακώματος μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ύλη, μπορεί να αυξήσει τη βιομάζα των μικροοργανισμών του εδάφους και να τονώσει την ενζυμική τους δραστηριότητα. Η υψηλή ειδική επιφάνεια του βιοεξανθρακώματος και το πορώδες αυξάνουν το αποικίσιμο χώρο για τους μικροοργανισμούς και μπορεί να υποστηρίξουν μεγαλύτερη μικροβιακή βιομάζα μετά την αύξηση των αποικισμών ή προστατευόμενων θέσεων. Η ικανότητα του βιοεξανθρακώματος θα μπορούσε να επηρεαστεί θετικά από την μικροβιακή αφθονία ώστε να απορροφά/ προσροφά ρυθμιστικές ενώσεις μικροβιακής ανάπτυξης , θρεπτικές ουσίες ή νερό . Αν δεν υπήρχαν συγκεκριμένοι βιοκαταλύτες δηλαδή ένζυμα που παράγονται από τους μικροοργανισμούς του εδάφους δεν θα ήταν δυνατή η διαδικασία της μικροβιακής αποσύνθεσης . Οι κλιματικές συνθήκες αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες της έντασης αυτών των διαδικασιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΡΟΦΗ

Τα απόβλητα που παράγονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες συμβάλλουν στα φυσικά μας συστήματα μέσω των επιπτώσεων που σχετίζονται με την παραγωγή και την διάθεση . Η βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων απαιτεί οι βιομηχανίες να μετατοπίζονται από το σημερινό γραμμικό μοντέλο σε μια κυκλική οικονομία, χρησιμοποιώντας τα απόβλητα ως πρώτες ύλες για την παραγωγή νέων προϊόντων όπως είναι τα καύσιμα και χημικές ουσίες . Η βιομάζα και τα σχετικά απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε προϊόντα με προστιθέμενη αξία χρησιμοποιώντας θερμοχημικές διεργασίες . Η διαδικασία πυρόλυσης είναι μια βολική θερμοχημική μέθοδος , με την οποία η βιομάζα μετατρέπεται αποτελεσματικά σε βιοκαύσιμα , η περαιτέρω επεξεργασία αποδίδει πρόσθετα προϊόντα προστιθέμενης αξίας , όπως ενεργούς άνθρακες , μαύρο άνθρακα και μελάνι εκτύπωσης .Στις χώρες του κόλπου , η ταχεία αύξηση του πληθυσμού , η αστικοποίηση και το βιοτικό επίπεδο έχουν οδηγήσει σε μια μαζική παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων (MSW) . Για παράδειγμα , στο Βασίλειο της Σαουδικής Αραβίας (KSA) , η ετήσια παραγωγή MSW έχει φτάσει τους 15 εκατομμύρια τόνους με μέσο ρυθμό 1,4 Kg κατά κεφαλήν ανά ημέρα . Τα απόβλητα από φαγητά είναι η μεγαλύτερη ροή απορριμμάτων MSW με ποσοστό παραγωγής περίπου 8 εκατομμύρια τόνους ανά έτος. Το MSW που συλλέγεται απορρίπτεται χωρίς επεξεργασία στους χώρους αποθήκευσης ή σε οικόπεδα όπου δεν γίνεται ανάκτηση υλικών ή πόρων . Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση πολλών προβλημάτων στο περιβάλλον, ωστόσο επηρεάζεται άμεσα και η δημόσια υγεία , από εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου , τα εκπλύματα αποβλήτων , από ρύπους που μεταδίδονται στο νερό και μολύνουν το έδαφος και τα υπόγεια ύδατα καθώς και τις ασθένειες που μεταδίδονται από τον φορέα.Επομένως , μια βιώσιμη προσέγγιση για την διαχείριση των MSW γίνεται κρίσιμη στις χώρες του Κόλπου ώστε να λυθεί το πρόβλημα για την διάθεση των αποβλήτων. Η βιώσιμη προσέγγιση απαιτεί τον έλεγχο , τη συλλογή , τη μεταφορά, τη μεταποίηση και τη διάθεση των MSW με στόχο τη μείωση της φόρτωσης σε χερσαίες περιοχές μαζί με την ανάκτηση και την ανακύκλωση των υλικών .Στην πράξη υπάρχουν πολλές τεχνολογίες παγκοσμίως για την επεξεργασία αποβλήτων σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας με τη μορφή λιπάσματος , βιοαερίου , ζώων τροφών και χημικών ουσιών . Η κομποστοποίηση είναι μια φιλική προς το περιβάλλον βιοχημική τεχνική και μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για μια βιώσιμη διαχείριση MSW . Οι μελέτες αξιολόγησης κύκλου ζωής απέδειξαν ότι μετά την αναερόβια ανάλυση, η τεχνολογία της κομποστοποίησης έχει καλύτερες περιβαλλοντικές και οικονομικές αξίες από άλλες τεχνολογίες επεξεργασίας αποβλήτων όπως η αποτέφρωση . Μετατρέπει τα οργανικά απόβλητα σε ένα σταθερό υλικό που μοιάζει με το χούμους το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα , ως σταθεροποιητής εδάφους και ως προωθητής της ανάπτυξης των καλλιεργειών. Στη φυσική διαδικασία της κομποστοποίησης , μικροοργανισμοί συμπεριλαμβανομένου των μυκήτων και των βακτηρίων διασπούν τις σύνθετες οργανικές ύλες (ΟΜ) σε απλούστερα προϊόντα και τελικά σε ένα ώριμο λίπασμα . Παρόλο που η διαδικασία ολοκληρώνεται σε 4 με 8 μήνες , οι γρήγορες τεχνικές κομποστοποίησης προσφέρουν δυνατότητες μείωσης της

περιόδου επεξεργασίας . Τέτοιες τεχνικές επιτάχυνσης της διαδικασίες περιλαμβάνουν συχνές περιστροφές και τεμαχισμό πρώτων υλών ,χρήση αποτελεσματικών μικροοργανισμών , χημικούς ενεργοποιητές αζώτου, σκουλήκια , φυσικά ορυκτά και πρόσθετα . Μεταξύ των πρόσθετων , η χρήση βιοεξανθρακώματος για τη βελτιστοποίηση της συνολικής διαδικασίας της κομποστοποίησης λαμβάνει σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια λόγω των μοναδικών φυσικοχημικών χαρακτηριστικών της . Το βιοεξανθράκωμα είναι ένα πλούσιο σε άνθρακα υλικό το οποίο παράγεται από την πυρόλυση της βιομάζας . Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του βιοεξανθρακώματος εξαρτώνται κυρίως από την σύνθεση της πρώτης ύλης και την θερμοκρασία που πραγματοποιείται η πυρόλυση. Κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης , το βιοεξανθράκωμα χρησιμοποιείται ως παράγοντας διόγκωσης και παίζει ζωτικό ρόλο στην παροχή των αερόβιων συνθηκών στο υλικό της κομποστοποίησης .Ομοίως , η παρουσία ενός μεγάλου εύρους λειτουργικών ομάδων στην επιφάνεια του προσροφά διάφορα βασικά κατιόντα και ανιόντα που παράγονται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας . Επιπλέον , η μικροπορώδης δομή του απορροφά συχνό διαλύτη όπως υγρασία .Ωστόσο, ο μηχανισμός αποικοδόμησης και ανοργανοποίησης οργανικών αποβλήτων παρουσία βιοεξανθρακώματος σπάνια αναφέρεται στην επιστημονική βιβλιογραφία που είναι το επίκεντρο αυτής της μελέτης . Στην KSAκαι σε άλλες χώρες του Κόλπου , παράγεται ένα περιορισμένο λίπασμα από τα απόβλητα τροφίμων χρησιμοποιώντας τις παραδοσιακές μεθόδους των σωρών κομποστοποίησης και των τάφρων . Η ποιότητα του λιπάσματος που παράγεται από αυτές τις τεχνικές επιδεινώνεται με την παρουσία βαρέων μετάλλων και τοξικών υλικών καθώς δεν πληροί τα διεθνή πρότυπα λιπασματοποίησης . Επιπλέον , μια τεράστια ποσότητα αποβλήτων από φοίνικες παράγεται στις χώρες του Κόλπου που είτε απορρίπτεται σε χωράφια είτε καίγεται . Για παράδειγμα , στην KSA , υπάρχουν περισσότερα από 22 εκατομμύρια φυτά και τα απόβλητα τους αφού μετατραπούν σε βιοεξανθράκωμα θα μπορούσαν να προσφέρουν έναν καινοτόμο τρόπο βελτιστοποίησης του λιπάσματος των απορριμμάτων τροφών . Τα απόβλητα τροφίμων συλλέχθηκαν τακτικά για μία βδομάδα από την κύρια καντίνα του KingAbdul-AzizUniversity (KAU) Jeddah , KSA , ώστε να έχουν ένα ομοιογενές μείγμα πρώτων υλών . Τα απόβλητα τροφίμων που συλλέχθηκαν θεωρήθηκαν ως αντιπροσωπευτικό δείγμα όλων των ειδών τροφής (αποβλήτων) που παράγονται στην καντίνα KAU. Ο συνολικός αριθμός ατόμων που μπαίνουν στην καντίνα για πρωινό είναι περίπου 1.500 ανά ημέρα , ενώ κατά τη διάρκεια του γεύματος ο συνολικός αριθμός υπερβαίνει τις 3000 ανά ημέρα . Η περιεκτικότητα σε υγρασία (MC) του δείγματος που συλλέχθηκε ήταν 82,6% και η χρήση ενός τέτοιου μίγματος αποβλήτων πλούσια σε υγρασία στη διαδικασία κομποστοποίησης μπορεί να δημιουργήσει υδατοστεγείς ή αναερόβιες συνθήκες . Ως εκ τούτου , το δείγμα αποξηράθηκε στον ήλιο για 24 ώρες για να επιτευχθεί το επιθυμητό MC(70%) για τη διαδικασία της κομποστοποίησης , σύμφωνα με τις βασικές οδηγίες των Brinton (2000) και EPA (2014) . Ο κλασματικός χαρακτηρισμός των αποβλήτων τροφής πραγματοποιήθηκε σταθμικά και το ποσοστό κλάσματος κάθε υλικού όπως λαχανικά , φρούτα και κρέατα , δημητριακά , ρύζι και προϊόντα αρτοποιίας εκτιμήθηκε ανάλογα (EPA 2014) . Το δείγμα αναμίχθηκε καλά και αλέστηκε σε μικρά σωματίδια μικρότερα

από 5 cm , προκειμένου να επιταχυνθούν οι ρυθμοί βιοαποικοδόμησης της κομποστοποίησης. Το μέγεθος των σωματιδίων του δείγματος μειώθηκε για να αυξηθεί το εμβαδόν επιφάνειας που παρέχεται στα μικρόβια για καλύτερη αποικοδόμηση (Rawatetal 2005) . Η χημική ανάλυση των απορριμμάτων τροφίμων πραγματοποιήθηκε με τις πρότυπες μεθόδους (FCQAO 1994) .Για την παραγωγή βιοεξανθρακώματος συλλέχθηκαν απόβλητα γκαζόν , κομμένο χόρτο , διακοσμητικά λουλούδια , και φύλλα καρύδας από το ΚΑΥ (Waqasetal. 2017). Τα απόβλητα γκαζόν στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί ως παράγοντας διόγκωσης στην διαδικασία της κομποστοποίησης . Σε αυτήν τη μελέτη , για την παραγωγή βιοεξανθρακώματος χρησιμοποιήθηκαν απορρίμματα γκαζόν λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που έχουν για το βιοεξανθράκωμα , όπως είναι η πλούσια θρεπτική τους σύνθεση η οποία μπορεί να βελτιώσει τη θρεπτική αξία του λιπάσματος , η μικροπορώδη δομή και η παρουσία ευρέος φάσματος λειτουργικών ομάδων που παρέχουν απορροφητικούς ιστότοπους για τα διάφορα ιόντα που παράγονται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης .

Προστέθηκε στους βιοαντιδραστήρες κομποστοποίησης βιοεξανθράκωμα σε αναλογίες 10 -15% του συνολικού βάρους των απορριμμάτων τροφίμων, με υγρασία μεγαλύτερη από 70% (τροποποιημένο) . Επίσης πραγματοποιήθηκε κομποστοποίηση των απορριμμάτων φαγητού χωρίς καμία τροποποίηση η οποία λειτούργησε ως ελεγχόμενη δοκιμή για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων . Προτού ξεκινήσει η διαδικασία κομποστοποίησης , όλοι οι σπόροι και το υλικό κομποστοποίησης ανακατεύτηκαν πολύ καλά χειροκίνητα και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν στους βιοαντιδραστήρες κομποστοποίησης .

Εδώ να επισημάνω ότι πραγματοποιήθηκαν 5 δοκιμές :

TRIAL 1 = χωρίς τροποποιήσεις (απορρίμματα φαγητού 100%)

TRIAL 2= απορρίμματα φαγητού (90%) + biocharπου παράχθηκε στους 350°C(10%)

TRIAL 3= απορρίμματα φαγητού (85%) + biocharπου παράχθηκε στους 350°C (15%)

TRIAL 4= απορρίμματα φαγητού(90%) + biocharπου παράχθηκε στους 450°C (10%)

TRIAL 5= απορρίμματα φαγητού (85%)+ biocharπου παράχθηκε στους 450°C (15%)

Στο αρχικό στάδιο , τα μικρόβια που υπάρχουν στα απορρίμματα των τροφίμων δεν ήταν αρκετά ενεργά να για να ξεκινήσει η διαδικασία αποδόμησης. Επομένως , μια μικρή ποσότητα κοπριάς από αγελάδα προστέθηκε σε βάρος (1:0,1) ως μικροβιακό εμβόλιο για να ξεκινήσει η διαδικασία της κομποστοποίησης . Η κοπριά αγελάδας συλλέχθηκε από γαλακτοκομική φάρμα (Hadassah ,kingAbdul-AzizUniversity, KSA). Η κοπριά αγελάδας προστέθηκε επειδή είναι πλούσια πηγή μικροβίων και θρεπτικών που απαιτούνται για να ξεκινήσει η διαδικασία της κομποστοποίησης . Παρομοίως , ψιλοκομμένα αποξηραμένα φύλλα προστέθηκαν ως πηγή για τον αρχικό παράγοντα διόγκωσης σε υγρή βάση (1:0.2) όπως προτείνεται από τον **Anneal (2012)** .Ο λόγος για την προσθήκη αποξηραμένων φύλλων ως παράγοντα διόγκωσης ήταν η παροχή αερόβιων συνθηκών στα υποβαθμισμένα μικρόβια και η αποφυγή των αναερόβιων συνθηκών κατά το αρχικό στάδιο όταν το μείγμα ήταν πλούσιο σε υγρασία (> 70%) .

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτή η μελέτη αποσκοπούσε στην παραγωγή βιοεξανθρακώματος μέσω πυρόλυσης στους 350 και 450 °C και εφαρμόστηκε με ρυθμό 10 και 15% (w/w) στον βιοαντιδραστήρα λιπασματοποίησης αποβλήτων τροφίμων . Παρατηρήθηκε ότι το βιοεξανθράκωμα που παράχθηκε από τα απορρίμματα γκαζόν έχουν θετική επίδραση στην κομποστοποίηση αποβλήτων . Η προσθήκη του βιοεξανθρακώματος στο μείγμα λιπασματοποίησης προκάλεσε ταχεία αύξηση θερμοκρασίας , υψηλή αποσύνθεση ΟΜ και συσσώρευση περιεκτικότητας σε τέφρα . Το βιοεξανθράκωμα αύξησε το pH του λιπάσματος, και ευνόησε την αμμωνιοποίηση και την νιτροποίηση στο μείγμα κομποστοποίησης καθώς αύξησε την συγκέντρωση της αμμωνίας από 37.8-45.6% και των νιτρικών από 50-62% στο τελικό προϊόν. Ωστόσο το βιοεξανθράκωμα που παράχθηκε σε διαφορετική θερμοκρασία έδειξε παρόμοια αποτελέσματα στις περισσότερες παραμέτρους της κομποστοποίησης όπως είναι η MC , ΟΜ περιεχόμενο , TC , αμμωνιακά, και στα νιτρικά . Από την άλλη πλευρά ταχεία θερμοφιλική θερμοκρασία , υπερβολική δέσμευση υγρασίας από δείγμα λιπασματοποίησης και υψηλή συγκέντρωση ορυκτού αζώτου παρατηρήθηκαν όταν χρησιμοποιήθηκε βιοεξανθράκωμα 15% (w/w) στα απορρίμματα τροφίμων . Οι παράμετροι κομποστοποίησης έδειξαν ότι η σταθερότητα της κομποστοποίησης επιτεύχθηκε κατά την διάρκεια 50-60 ημερών σε πειραματικές δοκιμές όπου το βιοεξανθράκωμα είχε τροποποιηθεί .

2.1 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΦΥΚΙΑ

Οι δυνατότητες για εμπορικές χρήσεις των μικροφυκών παραμένουν σε μεγάλο βαθμό ανεκμετάλλευτες . Καταρχάς εκτιμάται ότι υπάρχουν αρκετά εκατομμύρια είδη φίκων σε σύγκριση με τα περίπου 250.000 είδη χερσαίων φυτών . Η εμπορική παραγωγή μικροφυκών μεγάλης κλίμακας ξεκίνησε στις αρχές του 1960 στην Ιαπωνία με την καλλιέργεια του χλωροφόρου *Chlorella* , που χρησιμοποιείται ως πρόσθετο τροφίμων . Η κατανάλωση βιομάζας μικροφυκών από τον άνθρωπο περιορίζεται σε πολύ λίγα είδη λόγω των αυστηρών κανονισμών ασφάλειας των τροφίμων , εμπορικών παραγόντων , ζήτησης της αγοράς και ειδικής προετοιμασίας που απαιτείται . Η βιομάζα των μικροφυκών κυκλοφορεί στο εμπόριο σε μορφή δισκίου ή σκόνης ως πρόσθετα τροφίμων ειδών υγιεινής διατροφής , η οποία αναμένεται να παραμείνει μια σταθερή αγορά. Η *Chlorella* χρησιμοποιείται επίσης στην ιατρική σε φάρμακα για την προστασία έναντι της νεφρικής ανεπάρκειας και τη διέγερση της ανάπτυξης του εντερικού λακτοβάκιλλου . Μία τεχνολογία μετατροπής της βιομάζας των μικροφυκών είναι η πυρόλυση η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό ενός στερεού υπολείμματος άνθρακα που ονομάζεται biochar. Μέσω της αναερόβιας χώνευσης είναι δυνατή η επεξεργασία σχεδόν κάθε οργανικής ύλης π.χ. βιοδιασπώμενα απορρίμματα, όπως απορρίμματα χαρτιού, κομμένα χόρτα , αποφάγια, αστικά λύματα, ζωικά απόβλητα και μακροάλγη. Ένα πλεονέκτημα που έχει η χρήση της θαλάσσιας άλγης ως πρώτης ύλης έναντι των χερσαίων φυτών είναι ότι δεν υπάρχει αντικατάσταση των εδώδιμων καλλιεργειών βιοκαυσίμων αφού η θαλάσσια άλγη δεν χρειάζεται ούτε γη ούτε και γλυκό νερό. Τα φύκη

διαφοροποιούνται από τους μύκητες και τα πρωτόζωα κυρίως ως προς την ικανότητα που έχουν να φωτοσυνθέτουν. Τα φύκη ποικίλουν από μονοκύτταρους μικροοργανισμούς μέχρι μεγάλα επιμήκη πολυκύτταρικά συσσωματώματα τα οποία έχουν μήκος έως και 30m. Τα κύτταρα από τα οποία αποτελούνται αυτά τα συσσωματώματα διατηρούνται ανεξάρτητα και αυτό το γεγονός το διαφοροποιεί από τα φυτά που είναι και αυτά φωτοσυνθετικοί οργανισμοί. Συστήματα επεξεργασίας λυμάτων όπου παρατηρείται και παρουσία φυκών είναι τα σταλαγματικά φίλτρα και οι λίμνες οξείδωσης. Η κατάταξη των φυκών βασίζεται κυρίως στον τύπο της χλωροφύλλης που φέρουν, στη δομή του κυττάρου τους και στο είδος του οργανικού υλικού που αποταμιεύεται. Έτσι διακρίνουμε τα χλωρόφυτα, τα πυρόφυτα, τα ροδόφυτα, τα φαιόφυτα και τα ευγλενόφυτα. Τα είδη των φυκών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων είναι τα χλωρόφυτα, τα χρυσόφυτα, και τα ευγλενόφυτα.

ΧΛΩΡΟΦΥΤΑ

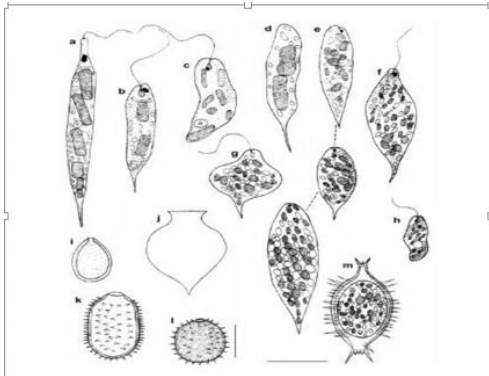
Είναι από τις πλέον ποικιλόμορφες οικογένειες φυκών περιλαμβάνοντας από μονοκύτταρους οργανισμούς, μέχρι και μεγάλου μεγέθους οργανωμένες δομές (**Εικόνα 4**). Παρουσιάζονται σε θαλασσινά και γλυκά νερά. Τα θαλάσσια είδη παρουσιάζουν μεγάλο χημικό ενδιαφέρον και είναι από τις πλέον πιο μελετημένες ομάδες φυκών. Η κατηγορία αυτή των υδρόβιων φυκών χαρακτηρίζεται από την παρουσία χλωροφύλλης α και β διάφορων καροτινών και ξανθοφύλλων. Ορισμένα από τα φύκια αυτά δεν έχουν απόλυτα πράσινο χρώμα, λόγω της παρουσίας σε μεγάλη ποσότητα άλλων χρωστικών. Η σπουδαιότερη από τις ουσίες που αποταμιεύουν είναι το άμυλο, ενώ τα κύτταρα τους φέρουν δύο μαστίγια.



Εικόνα 4. Χλωροφύκος

ΕΥΓΛΗΝΟΦΥΤΑ

Είναι συγγενή με τα χλωροφύκη, παρουσιάζονται όμως σαν μονοκύτταροι οργανισμοί με μαστίγιο (**Εικόνα 5**). Βρίσκονται κυρίως σε περιβάλλοντα με μεγάλο οργανικό φορτίο . Πρόκειται για αυτότροφους οργανισμούς που ζουν ελεύθεροι και συνήθως έχουν ένα ή δύο μαστίγια. Έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν και μάλιστα έχουν ένα φωτοευαίσθητο όργανο, το οποίο χρησιμεύει στο να διακρίνουν την κατεύθυνση του φωτός . Χρησιμοποιώντας το όργανο αυτό και το μαστίγιο, μπορούν να μετακινηθούν ή να περιστραφούν έτσι ώστε να φωτίζεται η «ράχη» τους .



Εικόνα 5.Ευγλενόφυτα

ΦΑΙΟΦΥΚΗ

Είναι πολυκύτταροι υδρόβιοι φυτικοί οργανισμοί, κυρίως κάτοικοι των αλμυρών και υφάλμυρων υδάτων, ενώ πολύ λίγα είδη βρίσκονται στο γλυκό νερό (**Εικόνα 6**) . Οι χρωστικές που χαρακτηρίζουν τα φαιοφύκη είναι οι χλωροφύλλες α και γ, καροτίνη και ξανθοφύλλες, από τις οποίες υπερέχει η φυκοξανθίνη, όπου οφείλεται και το χρώμα των φαιοφυκών. Οι ουσίες που αποθηκεύουν τα φαιοφύκη είναι τα σάκχαρα, η μανιτόλη και η λαμιναρίνη, η οποία αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό όλων των φαιοφυκών. Οι πολυκύτταρες μορφές, αντίθετα με τα χλωροφύκη, παρουσιάζουν διαφοροποίηση, ενώ μερικά έχουν εξειδικευμένα αγωγά κύτταρα.



Εικόνα 6.Φαιοφύκη

ΡΟΔΟΦΥΚΗ :

Είναι κυρίως θαλάσσιοι οργανισμοί. Τα περισσότερα είναι πολυκύτταροι οργανισμοί, που τους χαρακτηρίζει μεγάλη ποικιλία χρωμάτων. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από μικροσκοπικά μέχρι μεγάλου μεγέθους φύκη (**Εικόνα 7**). Οι χρωστικές των φυκιών αυτών είναι η χλωροφύλλη α και δ, η ξανθοφύλλη, η καροτίνη, η φυκοκυανίνη και η φυκοερυθρίνη. Οι δύο τελευταίες είναι διαφορετικής συστάσεως από τις ουσίες που με το ίδιο όνομα βρίσκονται στα κυανόφυτα (γνωστά και ως κυανοβακτήρια τα οποία βρίσκονται ως συσσωματώματα επιπλέοντα ή προσκολλώμενα σε διάφορα αντικείμενα μέσα στα φυσικά ύδατα). Η παρουσία στα φύκη αυτά της χρωστικής ουσίας φυκοερυθρίνη, τους δίνει τη δυνατότητα να βρίσκονται σε βάθος ύδατος τέτοιο, που δεν μπορεί να βρεθεί κανένα άλλο είδος φυκιών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η φυκοερυθρίνη μπορεί και χρησιμοποιεί το τμήμα εκείνο του ηλιακού φάσματος που αντιστοιχεί στην κυανή ακτινοβολία. Η ακτινοβολία αυτή διεισδύει στο νερό πιο βαθιά από κάθε άλλη ακτινοβολία



Εικόνα 7. Ροδοφύκη

ΠΥΡΟΦΥΤΑ:

Τα πυρόφυτα είναι κοινοί πλαγκτονικοί οργανισμοί (κυρίως θαλάσσιοι), μονοκύτταροι με μαστίγιο, που εμφανίζουν εξαιρετική ποικιλομορφία. Θεωρούνται από τις πλέον πρωτόγονες μορφές. Είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία των ερυθρών πλημμυρίδων, καθώς και τοξικών φαινομένων σε παράλιες. Παρουσιάζουν μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον. Το πιο διακριτικό χαρακτηριστικό τους είναι η παρουσία δύο άνισων μαστιγίων, το ένα περιελιγμένο στο κύτταρο μέσα σε μια αύλακα και το άλλο ελεύθερο (**Εικόνα 8**). Τα περισσότερα έχουν ένα κυτταρικό τοίχωμα που είναι εξωτερικά θωρακισμένο με πλάκες κυτταρίνης, το χαρακτηριστικό συστατικό του τοιχώματος των φυκιών και των φυτών της ξηράς. Αν και τα περισσότερα δινομαστιγωτά έχουν χλωροφύλλη, πολλά από αυτά μπορούν επίσης να λαμβάνουν μερίδια τροφής. Τα δινομαστιγωτά αναπαράγονται σχεδόν αποκλειστικά με απλή κυτταρική διαίρεση.



Εικόνα 8. Πυρόφυτα

2.1.1 ΔΟΜΗ ΦΥΚΙΩΝ

Τα φύκια χωρίζονται ανάλογα με την κυτταρική τους δομή σε πολυκύτταρους (**μακροφύκη**) και μονοκύτταρους (**μικροφύκη**) οργανισμούς.

ΜΑΚΡΟΦΥΚΗ

Είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα μεγαλύτερου μεγέθους φύκια . Ο όρος περιλαμβάνει ορισμένα μέλη των κόκκινων, καφέ και πράσινων φυκιών όπως :

mangroves, sea-grapes, chaeto, calerpa .

Ορισμένα από αυτά επιπλέουν ελεύθερα, ενώ άλλα είναι συνδεδεμένα στον πυθμένα του ωκεανού . Τα φύκια κυμαίνονται από το μέγεθος του κεφαλιού μιας καρφίτσας έως μεγάλα φυλλώματα που φτάνουν σε μήκος 30,5 m . Ορισμένα είδη χρησιμοποιούνται για τρόφιμα και λιπάσματα, και άλλα χρησιμοποιούνται σαν παράγοντες πάχυνσης, σταθεροποιητές, γαλακτωματοποιητές ή παράγοντες εναιώρησης σε βιομηχανίες και φαρμακευτικά προϊόντα. Τα μακροφύκια είναι χρήσιμα στην απομάκρυνση των νιτρικών σε ένα θαλάσσιο ενυδρείο, επίσης αποτελούν με φυσική πηγή ιωδίου. Τα μακροάλγη έχουν χαμηλό κόστος καλλιέργειας και συγκέντρωσης αλλά χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια και υδρογονάνθρακες. Τα εξανθρακώματα τα οποία προέρχονται από πυρόλυση μακροφυκών (MDBC) χαρακτηρίζονται από μια πορώδη δομή , από την ειδική χημική συμπεριφορά στην επιφάνεια τους και από υψηλή θερμική σταθερότητα

ΜΙΚΡΟΦΥΚΗ

Είναι μικροσκοπικά φύκια, που συνήθως συναντάται σε γλυκά και θαλασσινά νερά . Είναι μονοκύτταρα είδη που υπάρχουν μεμονωμένα , σε αλυσίδες ή ομάδες.. Σε αντίθεση με τα ανώτερα φυτά, τα μικροφύκια δεν έχουν ρίζες , βλαστούς και φύλλα. Τα μικροφύκια μπορούν να φωτοσυνθέτουν, μία διαδικασία που είναι σημαντική για τη ζωή στη γη επειδή παράγουν περίπου το ήμισυ του ατμοσφαιρικού οξυγόνου και χρησιμοποιούν ταυτόχρονα το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, για να αναπτυχθούν φωτο-αυτότροφα, είναι γενικά πιο αποτελεσματικοί μετατροπείς της ηλιακής ενέργειας λόγω της απλής κυτταρικής δομής τους. Η βιομάζα από φύκια προσφέρει μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για τα προϊόντα και τα καύσιμα από τη πετροχημική βιομηχανία. Αυτό συμβάλλει στη δημιουργία μιας οικονομίας που βασίζεται στην οικολογία, καθώς τα φύκια βοηθούν

στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και κάνουν την οικονομία λιγότερη εξαρτημένη από τα ορυκτά καύσιμα . Ωστόσο έχουν μεγάλη συγκέντρωση υδρογονανθράκων αλλά είναι δύσκολο να καλλιεργηθούν και να συγκεντρωθούν με οικονομικό τρόπο , ώστε να κάνουν επικερδή την χρησιμοποίησή τους.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΦΥΚΙΩΝ

Τα μικροφύκια έχουν πολλά χρήσιμα χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να χρησιμοποιηθούν με διάφορους τρόπους . Η υψηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια , υδατάνθρακες και πρωτεΐνες που έχουν πολλά είδη φυκιών , οδήγησαν σε έρευνες για ένα ευρύ φάσμα χρήσεων . Κάποιες από αυτές είναι τα προϊόντα τροφίμων , τα βιοκαύσιμα και η χρήση τους ως φυκοαποκαταστάτες . Η εκθετική αύξηση των φυκιών κάτω από ιδανικά φορτία θρεπτικών ουσιών έχει οδηγήσει στην ιδέα της χρήσης των φυκιών ως φυκοαποκαταστάτες, λαμβάνοντας υπόψη ότι τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται τα φύκια είναι συχνά ένα άχρηστο προϊόν, όπως το άζωτο και το φώσφορο . Τα μικροφύκια , όταν αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας τη φωτοσύνθεση , χρειάζονται και διοξείδιο του άνθρακα , το οποίο είναι συχνά μια πηγή αποβλήτων από εργοστάσια . Η βιομάζα των φυκιών μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως βιορροφητής για να καθαρίσει μολυσμένες απορροέςαποβλήτων .

2.2ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΛΓΩΝ ΚΑΙ ΤΙ ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΠΕΤΥΧΟΥΜΕ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

Η βιομηχανία της άλγης ξεκίνησε από τις ΗΠΑ , απ'όπου εξάλλου ξεκίνησε η έρευνα για τη δημιουργία βιοκαυσίμων από άλγη από την δεκαετία του '70 με την πετρελαϊκή κρίση, διακόπηκε την δεκαετία του '90 γιατί θεωρήθηκε ότι ποτέ δεν θα μπορέσει να ανταγωνιστεί οικονομικά το πετρέλαιο και μετά την άνοδο της τιμής του πετρελαίου βγήκε πάλι στην επιφάνεια . Υπάρχουν δύο είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων τα μικροάλγη και τα μακροάλγη. Τα μικροάλγη έχουν μεγάλη συγκέντρωση υδρογονανθράκων αλλά η καλλιέργεια και η συγκέντρωσή τους είναι δύσκολη με οικονομικό τρόπο για να θεωρηθεί επικερδή η χρησιμοποίησή τους. Τα μακροάλγη αν και έχουν χαμηλό κόστος καλλιέργειας και συγκέντρωσης έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια και υδρογονάνθρακες. Μια άλλη δυνατότητα των αλγών που τα καθιστούν κατάλληλα είναι ότι αναπτύσσονται πολύ γρήγορα σε βρώμικα νερά και χρησιμοποιούν τις τοξίνες σαν τροφή και άλλα απόβλητα που υπάρχουν σε αυτά. Μπορεί να αποτελέσει ένα φυσικό μέσο καθαρισμού σε βιολογικούς καθαρισμούς και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Παράλληλα μειώνει το κόστος της διαδικασίας καθαρισμού με το παράλληλο όφελος της καλλιέργειας των αλγών και την χρήση τους για την παραγωγή βιοντίζελ ή όπου αλλού θέλουν να τα χρησιμοποιήσουν . Τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια που(καίνε λιγνίτη ή άνθρακα)υπάρχουν στην Ελλάδα είναι μια από τις κύριες πηγές μόλυνσης της ατμόσφαιρας και αναγκάζονται να πληρώνουν μεγάλα ποσά σαν ποινή . Υπολογίζεται ότι τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια ευθύνονται για το 30% της ατμοσφαιρικής μόλυνσης του πλανήτη. Τα άλγη χρειάζονται για την παραγωγή ενός τόνου βιομάζας 1.8 τόνους

διοξείδιο του άνθρακα . Τα άλγη είναι μεγάλοι απορροφητές διοξείδιο του άνθρακα και η άμεση σύνδεση τους με την καμινάδα του θερμοηλεκτρικού εργοστασίου αποτελεί μια πράσινη λύση, η οποία θα έχει και σαν δεύτερο αποτέλεσμα να απαλλαγεί από χρηματικές ποινές πολλών εκατομμυρίων και επιπλέον την παραγωγή βιοκαυσίμων. Με την επεξεργασία της άλγης παράγονται υποπροϊόντα όπως είναι οι αιθέρες και οξέα που μέσα από κατάλληλη επεξεργασία χρησιμοποιούνται για την Παρασκευή πολυμερών λιπαντικών . Το λάδι που παράγεται από άλγη είναι πλούσια πηγή ακόρεστων λιπών , πλούσια σε αντιοξειδωτικά όπως επίσης σε στερόλες και καροτίνη. Επίσης εξαιτίας της υψηλής θρεπτικής αξίας του και την υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες ότι απομένει από την επεξεργασία της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ζωοτροφές. Η εντυπωσιακή παραγωγή των φυκιών οφείλεται στο γεγονός ότι διπλασιάζουν τη μάζα τους κάθε 24 ώρες και με αυτό τον τρόπο παίρνουμε 365 εσοδείες αντί μιας εσοδείας το χρόνο σε σύγκριση με τα κλασσικά ενεργειακά φυτά που διαθέτουμε .

ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΗΛΙΟ

Το κύριο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου περιλαμβάνουν τους μεγάλους χρόνους στεγνώματος, την απαίτηση μεγάλης επιφάνειας ξήρανσης, καθώς και τον κίνδυνο απώλειας του υλικού. Η ξήρανση με ψεκασμό χρησιμοποιείται συνήθως για την εκχείλιση των προϊόντων υψηλής αξίας, αλλά είναι σχετικά δαπανηρή και μπορεί να προκαλέσει σημαντική υποβάθμιση κάποιων χρωστικών ουσιών που περιέχουν πολλά φύκη . Η ξήρανση με πάγωμα είναι εξίσου ακριβή, ειδικά για εργασίες μεγάλης κλίμακας, αλλά διευκολύνει κατά την εξαγωγή των ελαίων.

ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Βιοντίζελ ονομάζεται κάθε φυτικό έλαιο ή ζωικό λίπος που έχει συγκρίσιμες ιδιότητες ως καύσιμο με το ντίζελ και για το λόγο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιολογικής προέλευσης υποκατάστατο του ντίζελ . Το βιοντίζελ μπορεί να παραχθεί από μια μεγάλη ποικιλία πρώτων υλών . Αυτές οι πρώτες ύλες περιλαμβάνουν τα περισσότερα συνηθισμένα φυτικά έλαια όπως για παράδειγμα σόγια, βαμβακόσπορος, φοίνικας, φιστικιά, κράμβη, κρόκος, ηλιέλαιο, καρύδα, φύκη, ζωικά λίπη καθώς και χρησιμοποιημένα έλαια.

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η θαλάσσια βιοενέργεια είναι μια από τις σημαντικότερες συνιστώσες για τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων. Η μελέτη της χρήσης των θαλάσσιων αλγών ως καύσιμη βιομάζα έχει γίνει ένα από τα πιο κρίσιμα θέματα των τελευταίων ετών, εξαιτίας της αύξησης των τιμών ενέργειας και της αυξανόμενης ανησυχίας που προκαλούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα θαλάσσια μικροφύκη αποτελούν ελπιδοφόρους πόρους για την παραγωγή βιοντίζελ. Τα θαλάσσια βιοκαύσιμα αποτελούν ανανεώσιμη μη τοξική και βιοαποικοδομήσιμη πηγή ενέργειας . Τα θαλάσσια άλγη αποτελούν πιο ελκυστική πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ λόγω της υψηλής απόδοσης της φωτοσύνθεσης και της περιεκτικότητας τους σε λιπίδια. Η λιπιδική παραγωγικότητα

των θαλάσσιων αλγών για την παραγωγή βιομάζας (ξηρό βάρος) είναι περίπου 15-300 φορές μεγαλύτερη από αυτή των συμβατικών καλλιεργειών. Ωστόσο, το υψηλό κόστος παραγωγής βιοντίζελ αποτελεί το κύριο εμπόδιο στην εμπορική εφαρμογή του. Η αύξηση της περιεκτικότητας σε λιπίδια ανά βιομάζα μικροαλγών είναι μία από τις πιο αποδοτικές μεθόδους για τη μείωση του συνολικού κόστους παραγωγής βιοντίζελ.

ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η ετεροτροφική παραγωγή χρησιμοποιήθηκε επίσης επιτυχώς για τη βιομάζα των φυκών και τους μεταβολίτες . Σε αυτή τη διαδικασία τα μικροφύκη αναπτύσσονται σε υποστρώματα οργανικού άνθρακα, όπως η γλυκόζη, σε αναδεδυόμενους βιοαντιδραστήρες δεξαμενών ή ζυμωτές . Η ανάπτυξη των αλγών είναι ανεξάρτητη από την ενέργεια του φωτός , γεγονός που επιτρέπει πολύ πιο απλές δυνατότητες κλιμάκωσης καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί μικρότερη αναλογία επιφάνειας/όγκου του αντιδραστήρα . Τα συστήματα αυτά παρέχουν υψηλό βαθμό ελέγχου της ανάπτυξης και επίσης χαμηλότερο κόστος συγκομιδής εξαιτίας των υψηλότερων κυτταρικών πυκνοτήτων που επιτυγχάνονται . Το κόστος εγκατάστασης είναι ελάχιστο, αν και το σύστημα χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια από την παραγωγή φωτοσυνθετικών μικροφυκών επειδή ο κύκλος της διαδικασίας περιλαμβάνει την αρχική παραγωγή πηγών οργανικού άνθρακα μέσω της διαδικασίας φωτοσύνθεσης.

ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Η έρευνα για την πυρόλυση της βιομάζας των φυκών είναι αρκετά εκτεταμένη και έχει επιτύχει αξιόπιστα και ελπιδοφόρα αποτελέσματα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε εμπορική εκμετάλλευση. Οι Miao και Wu χρησιμοποίησαν την μέθοδο της ταχείας πυρόλυσης για να αυξήσουν την απόδοση του ελαίου από τα μικροφύκη *Chlorellarprothothecooides*, μετά από την επεξεργασία του μεταβολικού τους υποβάθρου προς την ετεροτροφική ανάπτυξη . Η καταγεγραμμένη απόδοση του ελαίου ήταν 57.9% ξηρού βάρους , από την ετεροτροφική καλλιέργεια με μέγιστη θερμική απόδοση στα 41MJ/Kg ενώ ήταν 3,4 φορές υψηλότερη από αυτή που επιτεύχθηκε με την φωτοτροφική καλλιέργεια, με τα αποτελέσματα να υποδεικνύουν ότι η πυρόλυση έχει μεγάλες προοπτικές στην μετατροπή της βιομάζας σε υγρά καύσιμα.

2.2.1 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ 3^{ΗΣ} ΓΕΝΙΑΣ

Τα βιοκαύσιμα 3ης γενιάς θα πρέπει να είναι ανταγωνιστικά ή να κοστίζουν λιγότερο από τα καύσιμα πετρελαίου , θα πρέπει να οδηγούν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος όπως είναι η παγίδευση του διοξειδίου του άνθρακα , να χρειάζεται η ελάχιστη χρήση νερού και να μην απαιτούν σημαντικές αλλαγές στην χρήση της γης. Με αυτό τον τρόπο η χρήση των μικροφυκών θα μπορούσε να ανταποκριθεί σε αυτές τις συνθήκες και να συμβάλει στην εκπλήρωση της ζήτησης πρωτογενούς ενέργειας και να παρέχει ταυτόχρονα περιβαλλοντικά οφέλη . Ο όρος των μικροφυκών συμπεριλαμβάνει όλους τους μονοκύτταρους και πολυκύτταρους μικροοργανισμούς . Ωστόσο συμπεριλαμβάνει και τα προκαρυωτικά μικροφύκη , τα οποία είναι κυανοβακτήρια όσο και τα ευκαρυωτικά μικροφύκη όπως είναι η πράσινη άλγη .

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης μικροφυκών σε σύγκριση με άλλες πηγές βιομάζας είναι :

1) Έχουν την δυνατότητα να παράγονται όλο τον χρόνο

2) Αναπτύσσονται σε υδατικά μέσα αλλά απαιτούν λιγότερο νερό από τα χερσαία φυτά

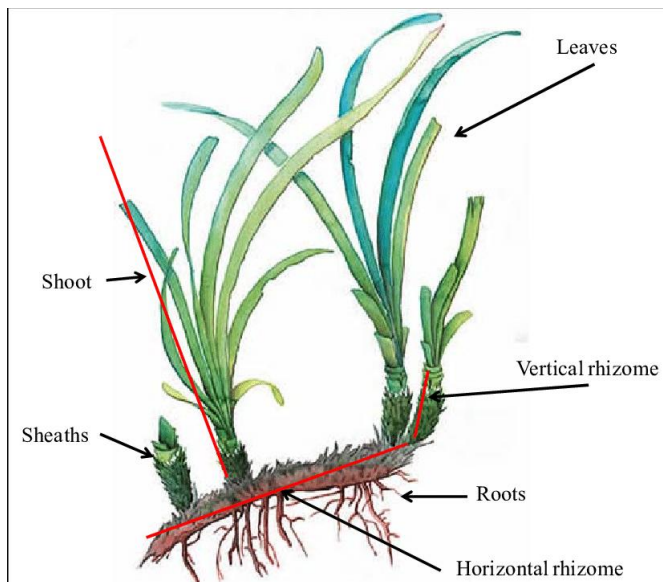
3) Έχουν την δυνατότητα να καλλιεργηθούν σε υφάλμυρο νερό , καθώς δεν απαιτούν αλλαγές στην χρήση της γης .

Τα μικροφύκη αποτελούνται από έλαια τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοντήζελ .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3. ΦΥΚΙΑ-POSIDONIAOCEANICA

Τα φύκια αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της θαλάσσιας χλωρίδας, δεν κατατάσσονται στο βασίλειο των φυκών αλλά σε εκείνο των πρώτιστων γνωστά αλλιώς ως και Algae. Είναι εξελικτικά κατώτερα φυτά τα οποία δεν έχουν ρίζες, βλαστούς και φύλλα, άνθη, καρπούς. Η Ελλάδα έχει περίπου 600 είδη φυκών. Οι καφές κορδέλες που συναντάμε συνήθως δεν είναι φύκη αλλά ανήκουν στην κατηγορία των θαλάσσιων φυτών, ανήκουν στο γένος *PosidoniaOceánica* (OP) και έχουν ρίζες βλαστούς και φύλλα (**Εικόνα 9**). Κατά τους φθινοπωρινούς μήνες και τις περιόδους όπου η θάλασσα επηρεάζεται από τις κακές καιρικές συνθήκες και λόγω της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα στο περιβάλλον αυξάνεται η ποσότητα των φύλλων του, καθώς και των κομματιών των ριζών που αποσπώνται και συσσωρεύονται στις παράκτιες περιοχές. Η συσσώρευση των ΡΟ στις παράκτιες περιοχές έχει προκαλέσει κοινωνικά οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα.



Εικόνα 9 . *PosidoniaOceánica*

ΠΕΡΙΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Η περισυλλογή και η μεταφορά των ξηρών υπολειμμάτων του ΡΟ σε χώρους υγειονομικής ταφής απαιτεί υψηλό κόστος. Για την διαχείριση αυτής της βιομάζας έχουν ερευνηθεί και άλλοι μέθοδοι για την χρήση της ως βιώσιμο υλικό σχεδιασμού. Τα φύκια είναι μια καλή επιλογή πρώτων υλικών όταν συλλέγεται φυσικά από την παραλία, ξηραίνεται φυσικά και όχι σε φούρνους και μεταφέρεται σε μικρές αποστάσεις μόνο.

3.1 ΩΣ ΥΛΙΚΟ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Άλλη μια χρήση των φυκών είναι ως μονωτικό υλικό των τοίχων και των στεγών. Σε αντίθεση με ορισμένα συμβατικά οικοδομικά υλικά, τα φύκια είναι μη τοξικά και διαθέτουν αντιβακτηριδιακές ενώσεις. Έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως μονωτικό υλικό χωρίς την ανάγκη για χημικά πρόσθετα και μπορούν να εφαρμοστούν μεταξύ των δοκών των κεκλιμένων οροφών και των εσωτερικών τοίχων. Τα φύκια

καλύπτονται από θαλασσινό αλάτι κάτι Το οποίο τα προστατεύει από βακτήρια ή έντομα που θα μπορούσαν να καταστρέψουν τη δομή τους. Τα φύκια είναι ένα απόλυτο φυσικό προϊόν -δηλαδή λιπασματοποιήσιμο – και στο τέλος της ζωής του μπορεί να απορριφθεί πολύ εύκολα.

Οι ίνες που το περιβάλλουν λειτουργούν ως ρυθμιστές , απορροφώντας τους υδρατμούς και απελευθερώνοντας τους πάλι χωρίς να επηρεάζεται η δική τους ικανότητα να διατηρούν το κτίριο μονωμένο . Είναι επίσης πυρίμαχα.

Η μεγαλύτερη δυσκολία μετατροπής του υλικού αυτού σε θερμομόνωση βρίσκεται στο να αφαιρεθεί η άμμος από αυτά.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΑΜΜΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΡΟ

Η ανακίνηση των φυκιών είναι ο καλύτερος τρόπος για να διασφαλιστεί ότι θα αφαιρεθεί η άμμος και θα έχουμε όσο το δυνατόν μακρύτερες ίνες. Όταν αφαιρεθεί η άμμος ένας μεταφορικός ιμάντας τις μεταφέρει στους κοπτήρες , από όπου ίνες 1,5 έως 2 εκατοστών εμφανίζονται χωρίς φθορές και πέφτουν σε πλαστικές σακούλες. Μια διαδικασία που απαιτεί λίγη ενέργεια. Έρευνες μας έδειξαν ότι οι ίνες ΡΟ παρουσιάζουν 25% υψηλότερη θερμική αγωγιμότητα και διπλάσια θερμική χωρητικότητα από το γυαλί και τον πετροβάμβακα .

3.2 ΩΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΟ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΦΛΕΚΤΩΝ ΤΟΥΒΛΩΝ

Για τα συμβατικά υλικά οικοδόμησης τα άφλεκτα τούβλα είναι μια φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση αλλά η χρήση τους περιορίζεται από τις κακές μηχανικές και το γεγονός ότι οι ιδιότητες τους δεν είναι τόσο ανθεκτικές. Ερευνητές από την Ισπανία και τη Σκωτία διαπίστωσαν ότι με την προσθήκη εκχυλίσματος φυκιών και μαλλιού θα μπορούσαν να δημιουργήσουν ένα οικοδομικό υλικό πιο βιώσιμο και πιο ισχυρό . Ένα φυσικό πολυμερές που βρίσκεται στα κυτταρικά τοιχώματα των φυκιών προστέθηκε στο μίγμα αργίλου και μαλλιού με αποτέλεσμα να βελτιώσει την αντοχή των τούβλων από 2.23 σε 3.77 MPa , μειώνοντας τον σχηματισμό ρωγμών και παραμορφώσεων λόγω συστολής . Ωστόσο μειώνουν το χρόνο στεγνώματος και αυξάνουν την αντίσταση των τούβλων στην κάμψη.

3.3 ΩΣ ΠΡΟΣΜΙΚΤΟ ΣΕ ΥΛΙΚΑ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΤΣΙΜΕΝΤΟ

Η ανάπτυξη τροποποιημένου βιώσιμου σκυρόδεμα με προσθήκη φυσικού πολυμερούς από φύκια *Eucheuma Cottonii* (πήκτωμα) και *Gracilaria Sp.* (σκόνη) εμφάνισε εξαιρετική πρόσφυση με τα αδρανή. Επιτεύχθηκε αύξηση κατά 16% σε θλίψη συγκριτικά με την σύνθεση ελέγχου καθώς και αύξηση 150% αντοχής σε κάμψη. Οι Allegueetal. ενισχύουν τσιμεντοκονίαμα με ίνες από κομμάτια των ριζωμάτων του ΡΟ με διάφορους λόγους Ν/Τ , με διάφορες περιεκτικότητες σε ίνες από 5 έως και 20% κατ' όγκο . Βέλτιστη απόδοση σε κάμψη επιτυγχάνεται με λόγω Ν/Τ=0,5 και αναλογία ινών 10% με 36% μεγαλύτερη αντοχή . Η περιεκτικότητα της σύνθεσης σε 5% ίνες δίνει αυξημένη θλιπτική αντοχή κατά 57%. Η προσθήκη τωνινών στο τσιμέντο βελτιώνει σημαντικά και την πλαστιμότητα των δειγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°

4.Η ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ

Η μέθοδος της πυρόλυσης είναι μια αποτελεσματική λύση στο θέμα της διαχείρισης των απορριμμάτων . Το μεγαλύτερο ποσοστό των απορριμμάτων καταλήγει σε ΧΥΤΑ, ΧΥΤΥ και σε κομποστ , καθώς μόνο το 10% καταλήγει σε ανακύκλωση , ενώ πολλές είναι ακόμη οι ανεξέλεγκτες χωματερές. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία από τις ποσότητες που παράγουμε σήμερα το 25% θα πρέπει να ανακυκλώνεται ή το 50% να τυγχάνει επεξεργασίας ώστε να μετατρέπεται σε χρήσιμη ύλη ή ενέργεια . Η πυρόλυση λειτουργεί με λιγότερο οξυγόνο για να μην δημιουργείται διοξείδιο του άνθρακα , το αποτέλεσμα που προκύπτει από αυτή την διαδικασία δίνει ως κύριο προϊόν ένα ελαιώδες καύσιμο . Η διαδικασία της θερμικής απόδοσης των απορριμμάτων αναπτύχθηκε μετά από μακροχρόνιες έρευνες ως ολοκληρωμένη λύση της διαχείρισης και αποτελείται από ένα σύστημα διάθεσης που χρησιμοποιώντας διάφορες τελευταίας τεχνολογίας , μπορεί να χειρίζεται όλες τις μορφές απορριμμάτων εκτός από τα ραδιενεργά . Όλα τα απορρίμματα μπορούν να μετασχηματισθούν σε ωφέλιμα προϊόντα . Τα οικιακά , εμπορικά , αστικά ακόμη και βιομηχανικά προϊόντα είναι μια πολύτιμη πρώτη ύλη και με σωστή αξιοποίηση μπορούν μέσω της πυρόλυσης να μετασχηματισθούν σε χαμηλό κόστος ενέργειας και σε εναλλακτικές μορφές καυσίμων , ενώ ταυτοχρόνως ανακτώνται τα περιεχόμενα στα απορρίμματα μέταλλα και γυαλιά . Τα σκουπίδια μπορούν να μεταλλαχθούν σε μοριακό επίπεδο και το στερεό υποπροϊόν να διαμορφωθεί σε χαμηλού κόστους δομικά όπως τούβλα , πλάκες πεζοδρομίου , δομικά υλικά ή λίπασμα .

4.1Πρώτη Ύλη Βιομάζας για την Παραγωγή Biochar

Βιομάζα ορίζεται οποιοδήποτε προϊόν ή υποπροϊόν ή υπόλειμμα οργανικής προέλευσης. Υπάρχουν δύο είδη βιομάζας, οι υπολειμματικές μορφές και οι ενεργειακές καλλιέργειες.

Οι υπολειμματικές μορφές περιλαμβάνουν :

- 1) Τα ζωικά απόβλητα
- 2) Τα αγροτικά απόβλητα (υπολείμματα από καλλιέργειες όπως καρποί)
- 3) Τα δασικά απόβλητα (υπολείμματα υλοτομίας, καυσόξυλα)
- 4) Τα βιομηχανικά απόβλητα (από βιομηχανίες προϊόντων ξύλου)
- 5) Τα δημοτικά απόβλητα (περιλαμβάνουν σκουπίδια, αστικά απορρίμματα) .

Στις ενεργειακές καλλιέργειες περιλαμβάνονται καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά των οποίων το βασικό προϊόν είναι η βιομάζα. Έπειτα, αυτή η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για να παραχθεί ενέργεια. Οι ενεργειακές καλλιέργειες χωρίζονται σε δύο επιμέρους κατηγορίες ως εξής:

- Οι δασικές ενεργειακές καλλιέργειες όπου συμπεριλαμβάνονται δύο είδη ευκαλύπτων και η ψευδακακία
- Τις γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες όπου ανήκουν οι :
 - α) ετήσιες και περιλαμβάνουν τον ηλίανθο , γλυκό και κυτταρινούχο σόργο,

ζαχαρότευτλα .

β) πολυετείς και περιλαμβάνει τον μίσχανθο , αγριοαγκινάρα, καλάμι .

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

Στη πυρόλυση των απορριμμάτων κύριο λόγο έχουν τα οργανικά υλικά . Εκτιμάται ότι το ποσοστό των οργανικών στα οικιακά απορρίμματα κυμαίνεται μεταξύ 50% - 60% (χαρτί , υπολείμματα κουζίνας , δέρμα , υφάσματα , ξύλο)

Οι περισσότερες οργανικές ουσίες στα απορρίμματα πυρολύονται κατά :

1) 75% - 90% σε πτητικά

2) και 10% - 25% σε κωκ .

Λόγω όμως της παρουσίας υγρασίας και ανόργανων ουσιών , η ποσότητα των πτητικών κυμαίνεται :

1) από 60% - 70% και

2) του κωκ από 30% - 40% .

Τα παραγόμενα προϊόντα διαφέρουν στη σύνθεση τους και εξαρτώνται από τη θερμοκρασία της αντίδρασης , την πίεση στον αντιδραστήρα και την ποσότητα του αέρα .

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ .

Το απορριμματοφόρο πηγαίνει στο εργοστάσιο όπου ξεφορτώνει πλένεται και απολυμαίνεται προτού φύγει για την επόμενη περισυλλογή . Τα απορρίμματα στον κλίβανο διαχωρίζονται σε οργανικά και μη οργανικά .

Ο διαχωρισμός της στάχτης του γυαλιού και του μετάλλου γίνεται μηχανικά

ΟΡΓΑΝΙΚΑ

Τα οργανικά προωθούνται στο σύστημα όπου οι συνθήκες θερμότητας και υγρασίας ελέγχονται με αισθητήρες και ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

ΜΗ ΟΡΓΑΝΙΚΑ

Τα μη οργανικά απορρίμματα προωθούνται μηχανικά σε ένα κλίβανο όπου με έλλειψη οξυγόνου και με υψηλές θερμοκρασίες που κυμαίνονται στους 600°C αποσυντίθεται σε στάχτη , μέταλλο, γυαλί και αέρια. Ωστόσο η στάχτη αδρανοποιείται και γίνεται είτε τούβλα είτε υλικό που χρησιμοποιείται για υπόστρωμα στους δρόμους. Τα αέρια διοχετεύονται σε έναν κλίβανο με θερμοκρασία έως 1000°C , η υψηλή θερμοκρασία διασπά τις χημικές ενώσεις του άνθρακα, τα αέρια ψεκάζονται με διάφορα χημικά όπως είναι ο ασβέστης για την περαιτέρω αδρανοποίηση των αερίων και την συγκράτηση των βαρέων μετάλλων από τα αέρια που διοχετεύονται στα φίλτρα για να φιλτραριστούν από την όποια στάχτη ή άλλα σωματίδια που υπάρχουν. Η διαδικασία παρακολουθείται με αισθητήρες και ηλεκτρονικούς υπολογιστές και συντονίζεται μέσω υπολογιστών από τον Καναδά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ

5.1 ΤΟ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ ΩΣ ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ- ΓΥΨΟΣ

Το κτίριο του Ινστιτούτου Ιθάκης στην Ελβετία ήταν το πρώτο που αποκαταστάθηκε χρησιμοποιώντας γύψο βιοχτισμάτων.

Οι τελευταίες εξελίξεις στο Ινστιτούτο Ιθάκης επικεντρώνονται τώρα στη χρήση του βιοεξανθρακώματος ως δομικό υλικό. Η χρήση του βιοεξανθρακώματος συνεισφέρει: στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, τη δυνατότητα απορρόφησης υγρασίας, την προστασία από την ακτινοβολία και λειτουργεί ως εξαιρετικός μονωτής. Ο βιοχημικός εξοπλισμός επιτρέπει την μετατροπή των κτιρίων σε νεροχύτες άνθρακα. Κάθε τόνος βιοσυσσωρευτή που χρησιμοποιείται σε φάκελο ενός κτιρίου σημαίνει ότι το ισοδύναμο ενός ή περισσότερων τόνων διοξειδίου του άνθρακα εμποδίζεται να επανέλθει στην ατμόσφαιρα. Η βιομάζα κατασκευάζεται με θέρμανση της βιομάζας σε θερμοκρασία που κυμαίνεται στους 400 με 800 βαθμούς Κελσίου υπό την απουσία οξυγόνου. Το υλικό που προκύπτει έχει υψηλές ειδικές επιφάνειες κατανεμημένους σε πολλούς πόρους. Η ικανότητα που έχουν αυτοί οι πόροι να αποθηκεύουν νερό καθιστά το βιοεξανθράκωμα ένα αποτελεσματικό μέσο αποθήκευσης της υγρασίας. Οι πόροι εκτός από υγρασία αποθηκεύουν και μεγάλες ποσότητες ακίνητου αέρα, με αποτέλεσμα ο χάλυβας να είναι ένα από τα καλύτερα μονωτικά υλικά. Το βιοεξανθράκωμα έχει την δυνατότητα να απορροφά νερό έως και 5 φορές το βάρος του και έχει χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. Αυτό το καθιστά ως το κατάλληλο υλικό για την μόνωση κτιρίων και τη ρύθμιση της υγρασίας. Μαζί με τον άργιλο, αλλά και με τον ασβέστη το βιοεξανθράκωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο για γύψο ή για τούβλα σε αναλογία μέχρι 80%. Αυτή η ανάμειξη δημιουργεί εσωτερικούς τοίχους με άριστες αναπνευστικές ιδιότητες, ικανές να διατηρούν την υγρασία σε ένα δωμάτιο στο 45-70% το χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι. Αυτό εμποδίζει τον αέρα του δωματίου να είναι ξηρός, γεγονός που αποτελεί πιθανή αιτία αναπνευστικών προβλημάτων αλλά και αλλεργιών, άλλα αποτρέπει και τη δημιουργία μούχλας.

ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ

Το βιοεξανθράκωμα μπορεί να εφαρμοστεί με την χρήση εξοπλισμού ψεκασμού στους εξωτερικούς χώρους ενός κτιρίου. Εφαρμόζεται σε πάχος μέχρι και 20 εκατοστών, μπορεί να υποκαταστήσει το Styrofoam. Με την χρήση βιοεξανθρακώματος για μόνωση τα σπίτια μπορούν να θεωρηθούν μακροχρόνιοι νεροχύτες άνθρακα, ενώ παρέχουν υγιεινό εσωτερικό κλίμα. Σε περίπτωση κατεδάφισης μιας τέτοιας κατοικίας το βιοεξανθράκωμα- πηλός-ή το ασβεστοκονίαμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπλήρωμα κομποστοποίησης απευθείας. Με αυτό τον τρόπο συνεχίζεται ο κύκλος του άνθρακα με φυσικό τρόπο. Γύψοι βιολογικού πυλού απορροφούν τις μυρωδιές και τις τοξίνες. Οι γύψοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε χώρους κουζίνας και σε χώρους για καπνιστές. Το μέγιστο επίπεδο υγρασίας έχει μεγάλη σημασία και επίδραση στην άνεση και την υγεία των ανθρώπων που περνούν πολλές ώρες στα σπίτια τους και στα γραφεία. Όταν το επίπεδο είναι κάτω από το 40% μπορεί να οδηγήσει σε κλειστούς βλεννογόνους με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κίνδυνος για

κρουολόγημα . Όμως όταν είναι άνω του 70% σε κλειστούς χώρους διαβίωσης έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μούχλας

5.1.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΓΥΨΟΥ

Το βιοεξανθράκωμα προστίθεται σε μίγμα αργίλου – άμμου σε αναλογία 30-50% . Το μίγμα βιοεξανθρακώματος – λάσπης περιέχει 50% βιοεξανθράκωμα , 30% άμμο και 20% άργιλο. Για τα κατώτερα και ενδιάμεσα στρώματα σκυροδέματος συνιστάται η χρήση τεμαχίων μεγαλύτερου μεγέθους βιοεξανθρακώματος ώστε να μην υπάρξει πιθανότητα να ραγίσει ο γύψος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο σοβάς να στεγνώσει ομοιόμορφα και γρήγορα ώστε να μπορέσει να εφαρμοστεί ένα ακόμα στρώμα σε 12-24 ώρες . Μπορεί να εφαρμοστεί σε τοίχους ή για σοβάτισμα πάνω σε ένα σύστημα θέρμανσης τοίχων, καθώς τα συστήματα θέρμανσης τοίχων παρέχουν πολύ υψηλά επίπεδα άνεσης με το biocharclay-plaster να λειτουργεί ως θερμική αποθήκευση, ακτινοβολώντας αργά τη θερμότητα στο δωμάτιο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω σε ξύλινους τοίχους καθώς ο βιολογικός άργιλος υπερέχει στην προστασία του ξύλου.

5.2.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΤΟΥΒΛΑ ΚΑΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Οι πρώτες δοκιμές για την παραγωγή τούβλων από βιοεξανθράκωμα(Εικόνα 10) χρησιμοποιώντας τσιμέντο, ασβέστη ή λάσπη ως συνδετικό είναι πολύ ελπιδοφόρα .



Εικόνα 10. Παραγωγή τούβλων από βιοεξανθράκωμα

Με υγρές πυκνότητες όγκου κάτω από 1.2 g/cm^3 και εν μέρει κάτω από 1 g/cm^3 και με αντοχή σε θλίψη γύρω στα 20N/nm^2 , φαίνεται ότι θα εμφανιστεί σύντομα ένα πολύ συναρπαστικό , και εξαιρετικά λειτουργικό ελαφρύ υλικό . Όταν χρησιμοποιείτε τσιμέντο και ασβέστης η άμμος μπορεί να αντικατασταθεί πλήρως από βιοεξανθράκωμα μειώνοντας το βάρος του υλικού κατά συντελεστή .

5.2.3 ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΜΕ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ-ΑΡΓΙΛΟΣ

Η άργιλος αποτελεί το λεπτότερο και κύριο συστατικό του εδάφους . Τα σωματίδια της είναι επενδυμένα με μια ταινία προσροφημένου κρυσταλλικού νερού , το μικρό της μέγεθος σημαίνει ότι το βάρος τους είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με τη δύναμη που οφείλεται στην επιφανειακή τάση που εμφανίζεται στην ζώνη του προσροφημένου νερού . Η δύναμη του όγκου της είναι χαμηλή προς την δύναμη της επιφάνειας. Η μηχανική αντοχή του εδάφους πραγματοποιείται με την συγκράτηση του προσροφημένου νερού το οποίο συγκρατεί τις διεπιφάνειες των σωματιδίων,

συνδέοντας τα μικρομόρια του χώματος μεταξύ τους. Η ικανότητα αυτή μπορεί να καταστραφεί με την ξήρανση. Το αργιλώδες χώμα προέρχεται από την διάλυση των πετρωμάτων σε λεπτά σωματίδια . Η άργιλος είναι ένα φυσικό προϊόν ανόργανης σύστασης σε μορφή σκόνης . Το αργιλώδες χώμα προέρχεται από τη διάλυση των πετρωμάτων σε πολύ λεπτά σωματίδια. Πρόκειται για γεωλογικούς σχηματισμούς, που περιέχουν πολλά θρεπτικά συστατικά (ανθρακικό ασβέστιο, οργανικές ουσίες, ενώσεις του σιδήρου κ.α.), οι οποίοι δημιουργήθηκαν από χημική αποσάθρωση και μεταφέρθηκαν με το νερό. Η βροχόπτωση αυξάνει την αποσάθρωση και τον σχηματισμό αργίλου . Διευκολύνει τη μετακίνηση των προϊόντων της αποσάθρωσης , των ορυκτών και την αποσύνθεση της οργανικής ουσίας μέσα στο έδαφος . Η άργιλος είναι ένα υλικό το οποίο υπάρχει σε πληθώρα στην φύση, είναι ευρέως διαδεδομένο γιατί είναι οικονομικό και οικολογικό . Είναι ένα υλικό που μπορεί να ανακυκλωθεί και η παραγωγή του απαιτεί χαμηλή κατανάλωση ενέργειας , ωστόσο μπορεί να ανταπεξέλθει στη σημερινή μοντέρνα αρχιτεκτονική για την περιβαλλοντική και ανθρώπινη διαβίωση. Η άργιλος αποτελείται από πλακοειδείς κόκκους . Έχει μικρό μέγεθος και για αυτό εμφανίζει μεγάλη ειδική επιφάνεια άρα μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού . Επιπρόσθετα , έχει μεγάλη πλαστικότητα , συνοχή και αποτελείται από δευτερογενή ορυκτά , εκδηλώνονται αρνητικά φορτία άρα έχει την ικανότητα να συγκρατεί κατιόντα. Τα αργιλώδη εδάφη ονομάζονται αλλιώς βαριά εδάφη και σε αυτά πλεονάζει η άργιλος. Δεν αερίζονται καλά , ούτε θερμαίνονται εύκολα και συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων .

5.3 Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αργιλικής γης ως δομική ύλη στην οικολογική δόμηση.

Σήμερα ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού χρησιμοποιεί ως δομικά υλικά προϊόντα που προέρχονται από το έδαφος. Η χρήση της αργίλου για δόμηση ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, στην οικονομική λύση για ενεργειακή εξοικονόμηση και την διατήρηση του περιβάλλοντος. Η άργιλος είναι ένα διαθέσιμο υλικό το οποίο υπάρχει σε αφθονία στην φύση, με μηδαμινό κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας. Εξαιτίας της ορυκτολογικής της σύσταση θεωρείται ένα υλικό αρκετά ελαστικό με σημαντικές χαρακτηριστικά όπως είναι η πλαστικότητα του άλλα και θερμική αδράνεια. Η άργιλος όταν αναμειχθεί με άλλα δομικά στοιχεία όπως είναι οι ξυλοδεσιές ή ακόμα όταν γίνει θεμελίωση με δομικούς λίθους και σκυρόδεμα , φέρει να εμφανίζεται αντισεισμική συμπεριφορά . Είναι ένα υλικό το οποίο προσαρμόζεται σε κλιματικές μεταβολές, μπορεί να διατηρεί την υγρασία από ένα ψυχρό εσωτερικό περιβάλλον και να την αποδίδει όταν ο χώρος γίνεται θερμός και ξηρός. Άλλη μια χρήση της είναι ως μονωτικό υλικό και σαν υλικό πλήρωσης είτε αυτούσια , χωρίς να υποστεί κάποια επεξεργασία είτε αφού γίνει ανάμειξη με άλλα φυσικά υλικά ή υλικά φυτικής/ζωικής προέλευσης όπως είναι οι τρίχες των ζώων , τα άχυρα . Όσο αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις η επεξεργασία του αργιλικού χώματος για την παραγωγή άλλων δομικών υλικών απαιτεί ελάχιστες ποσότητες συμβατικής ενέργειας με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η εκπομπή ρυπογόνων ουσιών στην ατμόσφαιρα.

5.3.1 ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ ΑΡΓΙΛΙΟΥ

Οι πρώτοι καταλύτες πυρόλυσης ήταν από άργιλο. Η απομάκρυνση των προσμίξεων των μετάλλων που περιείχαν τέτοια όπως σίδηρος, χαλκός και νικέλιο , γίνονταν με έκπλυση με οξύ . Αυτοί χρησιμοποιήθηκαν στην καταλυτική πυρόλυση σταθερής και κινούμενης κλίνης , υπό μορφή πελλέτας . Με την ανάπτυξη της ρευστοστερεάς κλίνης οι καταλύτες αργίλου παρασκευάστηκαν υπό την μορφή κονιοποιημένων σωματιδίων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

6.ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΒΙΟΕΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ

ΤΟΥΑΛΕΤΑ SOL-CHAR

Η τουαλέτα sol-char(Εικόνα 11) αποτεφρώνει τα απόβλητα στους 600 βαθμούς Φαρενάιτ, μετατρέποντας την σε χρήσιμο και υγιεινό παραπροϊόν για την γεωργία και την τροποποίηση του εδάφους.Με επικεφαλή τον Karl Linden, καθηγητή περιβαλλοντικής μηχανής στο Πανεπιστήμιο του Κολοράντο, μια ομάδα μηχανικών δημιούργησε το sol-char, μια τουαλέτα που απορροφά τα απόβλητα μέσω οπτικών ινών που θερμαίνονται από ηλιακούς συλλέκτες στην οροφή . Το σύστημα παράγει ένα χρήσιμο υποπροϊόν που ονομάζεται βιοεξανθράκωμα.



Εικόνα 11. τουαλέτα Sol-char

Οκτώ παραβολικοί καθρέφτες (Εικόνα 12) στοχεύουν τις ακτίνες του ήλιου σε έναν συλλέκτη μεγέθους γραμματόσημων που στη συνέχεια μεταδίδεται στα καλώδια . Όταν η θερμότητα συνδυάζεται με φωτόνια στον θάλαμο αντίδρασης 700 watt καίγουν έως και 600 βαθμούς Φαρενάιτ. Ο σχεδιασμός της παραμένει ένα εξαιρετικά τροφοδοτημένο φωτοβολταϊκό κατάστημα . Η αποδοτικότητα μετάδοσης είναι πραγματική υψηλή περίπου 90% καθώς δεν έχει απώλειες .



Εικόνα 12. Παραβολικοί καθρέφτες

Οι ερευνητές έχτισαν το Sol-char ως μέρος της πρόκλησης του Reinventthetoilet από το Ίδρυμα BillandMelindaGates το οποίο επιδιώκει να φέρει ριζοσπαστικές και βιώσιμες αλλαγές στις εγκαταστάσεις υγιεινής στις αναπτυσσόμενες χώρες . Με την εξυγίανση των αποβλήτων χωρίς την ανάγκη για μεγάλες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή τεράστιας υποδομής η Sol-char παραμένει “εκτός δικτύου” , ο οποίος είναι ένας στόχος της πρόκλησης . Το έργο αυτό έλαβε αρχική χρηματοδότηση ύψους 777.000 δολαρίων από το ίδρυμα Gates και επιπλέον 1 εκατομμύριο σε δεύτερο γύρο .

ΒΙΟΜΑΖΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ ΑΦΘΟΝΟ ΡΕΥΜΑ

Το βιοαέριο θα μπορούσε να παραχθεί από ανθρώπινα απόβλητα, μέχρι σήμερα αποτελεί μια αναξιοποίητη πηγή ενέργειας ικανή να τροφοδοτήσει με ηλεκτρισμό έως 138 εκατομμύρια σπίτια, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες του πλανήτη. Αυτά είναι τα συμπεράσματα μιας νέας έκθεσης του Πανεπιστημίου των Ηνωμένων Εθνών , σύμφωνα με την οποία η συστηματική συλλογή και αξιοποίηση των ανθρώπινων αποβλήτων πρέπει να αποτελέσει μια πολύτιμη πηγή καυσίμων .

6.1 Η παραγωγή

Η έκθεση του Ινστιτούτου για το Νερό , το Περιβάλλον και την Υγεία του πανεπιστημίου UNU-INWEH με επικεφαλής την Κόριν-Σούστερ-Γουάλας , υποστηρίζει ότι το βιοαέριο που θα μπορούσε να παραχθεί από ανθρώπινα απόβλητα θα είχε συνολική αξία 9.5 δισεκατομμύρια δολάρια. Τα στερεά υπολείμματα από την παραγωγή βιοαερίου , μετά την αποξήρανση τους και την μετατροπή τους σε κάρβουνα, θα μπορούσαν να παράγουν έως και δύο τόνους καυσίμων , με αυτό τον τρόπο μειώνεται το κόστος δέντρων. Έκτος από την ενεργειακή και οικονομική σημασία , οι ειδικοί επισημαίνουν επίσης τα μεγάλα οφέλη για την δημόσια υγεία και για το περιβάλλον από την ασφαλή μεταχείριση των ανθρώπινων αποβλήτων . Όπως αναφέρει η έκθεση , το βιοαέριο από απόβλητα περιέχει περίπου 60% μεθάνιο και παράγεται μέσω της βακτηριακής διάσπασης των αποβλήτων και των οποίων άλλων οργανικών υλών , σε ένα αναερόβιο (χωρίς οξυγόνο) σύστημα .

6.2 Τα συστατικά

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας , το σώμα ενός μέσου ανθρώπου εκκρίνει περίπου 4,5 κιλά αζώτου και 548 γραμμάρια φωσφόρου , ουσίες οι οποίες , όπως συμβαίνει και με τα απόβλητα των ζώων , ήδη χρησιμοποιούνται σε διάφορα μέρη του κόσμου ως λίπασμα στις καλλιέργειες . Μια Σουηδική μελέτη εκτιμά ότι τα ανθρώπινα ούρα περιέχουν πάνω από 300 γραμμάρια φωσφόρου , 900 γραμμάρια καλίου και 300 γραμμάρια θείου ανά κυβικό μέτρο.

6.3 ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ

Η επεξεργασία των λυμάτων έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων λυματολάσπης , η απόθεση της οποίας αποτελεί ένα σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα. Στη σημερινή εποχή οι ποσότητες λυματολάσπης που παράγονται παγκοσμίως έχουν αυξηθεί δραματικά, και η διάθεση τους στους ΧΥΤΑ επιβαρύνει τη λειτουργία τους. Η λυματολάσπη περιέχει φώσφορο και άζωτο τα

οποία είναι βασικά συστατικά των λιπασμάτων. Τα λύματα όμως, περιέχουν παθογόνους μικροοργανισμούς με αποτέλεσμα η εφαρμογή τους στο έδαφος είναι περιορισμένη. Περιέχει ρύπους όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, τα οποία δεν αποικοδομούνται, ούτε καταστρέφονται αλλά βιοσυσσωρεύονται. Η λυματολάσπη μπορεί να θεωρηθεί ένα πολύ αποτελεσματικό εδαφοβελτιωτικό αφού πρώτα υποστεί επεξεργασία. Η πυρόλυση είναι μια διεργασία η οποία πραγματοποιείται σε συνθήκες όπου δεν υπάρχει οξυγόνο, με παροχή αδρανούς αερίου που συνήθως είναι αργό ή άζωτο.

6.3.1 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά της λυματολάσπης είναι τα παρακάτω :

Χρώμα:

Η λυματολάσπη που δεν έχει υποστεί επεξεργασία έχει γκρίζο έως κίτρινο χρώμα, όταν η λυματολάσπη είναι επεξεργασμένη έχει μαύρο χρώμα. Στην αερόβια επεξεργασία η λυματολάσπη έχει καφέ χρώμα.

Οσμή :

Η λυματολάσπη που δεν έχει υποστεί επεξεργασία έχει έντονη μυρωδιά.

Η αναερόβια επεξεργασμένη ιλύς έχει μυρωδιά πίσσας, και η αναερόβια επεξεργασία έχει μυρωδιά χώματος.

pH:

Το pH αποτελεί έναν δείκτη για την παρακολούθηση της ζύμωσης της λυματολάσπης

Οργανικός άνθρακας, οργανική ύλη:

Ο οργανικός άνθρακας ελέγχει την ποσότητα του βιοαερίου που θα παραχθεί κατά την διαδικασία της ζύμωσης

Υγρασία:

Η υγρασία προσδιορίζεται με τον υπολογισμό της απώλειας του βάρους της λυματολάσπης μετά την διαδικασία της ξήρανσης

Υπόλειμμα καύσης :

Με την συγκεκριμένη παράμετρο υπολογίζεται η ποσότητα της τέφρας. Η τέφρα παράγεται αφού πρώτα καεί η ξηρή ιλύς.

Θερμαντική ικανότητα:

Από την καύση της λυματολάσπης παράγεται θερμική ενέργεια

Αναλογία C:N:P :

Οι βιολογικές δραστηριότητες βελτιστοποιούνται όταν στην τροφή των βακτηρίων της ιλύος υπάρχει σωστή αναλογία μεταξύ των στοιχείων C, N και P.

6.4.1 ΜΟΝΑΔΑ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ ΛΥΜΑΤΟΛΑΣΠΗΣ

Μονάδα Πυρόλυσης Λυματολάσπης (WaterCorporationsSubiacoWatertreatment)

Η μονάδα αυτή χρησιμοποιεί την τεχνολογία **ENERSLUDGE®**, και ο κύριος σκοπός της είναι η αξιοποίηση του βιοελαίου που παράγεται από την πυρόλυση. Η μονάδα αυτή επεξεργάζεται 25 τόνους ημερησίως. Ο στόχος της μονάδας είναι η προστασία του περιβάλλοντος και η μείωση των δαπανών της μεταφοράς και εναπόθεσης της λυματολάσπης. Ο βασικός στόχος της είναι να αξιοποιηθούν όλα τα προϊόντα που παράγονται κατά την διαδικασία της πυρόλυσης. Πριν την διαδικασία της πυρόλυσης

πραγματοποιείται η αφυδάτωση της λυματολάσπης , η χημική σταθεροποίηση της , και η ξήρανση της. Κατά την διαδικασία της πυρόλυσης παράγεται το βιοέλαιο το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί για ενέργεια σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ωστόσο κατά την διαδικασία της πυρόλυσης παράγεται και βιοαέριο το οποίο μαζί με το βιοεξανθράκωμα χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την παροχή ενέργειας στον αντιδραστήρα της πυρόλυσης. Η μονάδα πυρόλυσης είναι στον ίδιο χώρο με την μονάδα επεξεργασίας των λυμάτων ώστε να χρησιμοποιείται άμεσα η λυματολάσπη για την παραγωγή ενέργειας. Η λυματολάσπη είναι ένα υλικό το οποίο είναι δύσκολο στην επεξεργασία γιατί έχει μια υψηλή αρχική υγρασία που κυμαίνεται στους 80-85% , μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανική ύλη , καθώς αποτελούνται και από ανόργανες ενώσεις, τέφρα , βαρέα μέταλλα και άλατα. Η στερεή μάζα που προκύπτει αφού πρώτα αφαιρεθεί η υγρασία ονομάζεται βιοστερεά. Τα βιοστερεά έχουν υψηλά ποσά ενέργειας , και αυτό τα καθιστά ως μια αξιοποιήσιμη πρώτη ύλη για θερμικές και βιολογικές διεργασίες με σκοπό την παραγωγή στερεών προϊόντων πλούσιων σε οργανικό άνθρακα όπως είναι το βιοεξανθράκωμα . Τα βιοστερεά είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά όπως είναι ο φώσφορος ο άνθρακας και το άζωτο , αλλά και σε θρεπτικά με μικρότερες συγκεντρώσεις θρεπτικών όπως είναι το μαγνήσιο , το ασβέστιο, σε βάριο , σε θείο και σε ψευδάργυρο κάτι που καθιστά τα βιοστερεά ως το κατάλληλο υλικό για εδαφική εφαρμογή . Άλλη μια χρήση του σύμφωνα με τα θρεπτικά συστατικά που τον διέπουν είναι η χρήση του ως μηχανισμός δέσμευσης του άνθρακα , ώστε να μειωθούν οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα , με αποτέλεσμα να συμβάλλουν θετικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7°

7. ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΕΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ – ΠΥΡΟΛΥΤΙΚΟ ΕΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Η τελική διάθεση των φθαρμένων ελαστικών αποτελεί ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που ταλανίζει τον κόσμο όλο και περισσότερο, καθώς οι ανάγκες των ανθρώπων και ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει σαν αποτέλεσμα να συσσωρεύεται ένας μεγάλος όγκος μεταχειρισμένων ελαστικών, ο οποίος συνέχεια αυξάνεται με αποτέλεσμα να κινδυνεύει η ανθρώπινη υγεία . Τα άχρηστα ελαστικά είναι από τα πιο επικίνδυνα απόβλητα στον κόσμο διότι δεν βιοδιασπώνται καθώς δεν μπορούν να ανακτηθούν εύκολα τα υλικά τους πράγμα που τα καθιστά ως ένα από τα πιο μεγάλα οικολογικά προβλήματα.Ετησία εκτιμάται ότι κατασκευάζονται 1,5 δισεκατομμύρια ελαστικά , και στο τέλος του κύκλου ζωής τους, σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% απορρίπτονται στα σκουπίδια ή σε χώρους υγειονομικής ταφής χωρίς καμία επεξεργασία. Τα ελαστικά που απορρίπτονται αποτελούν έναν σημαντικό βιότοπο αναπαραγωγής για κουνούπια και διάφορα παράσιτα, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία και την μεταφορά διάφορων ασθενειών οι οποίες είναι επιβλαβής για τον ανθρώπινο οργανισμό.Επιπλέον τα στοιβαγμένα ελαστικά ενέχουν κινδύνους οικονομικούς, για την υγεία, αλλά και για το περιβάλλον μέσω του αέρα, των υδάτων και του εδάφους.

ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Σύμφωνα με τη νομοθεσία (29407/3508/2002 ΚΥΑ «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων»), απαγορεύεται η διάθεση των ελαστικών στο περιβάλλον και η μεταφορά και διάθεση τους, είτε ολόκληρων είτε τεμαχισμένων, σε χώρους υγειονομικής ταφής, με εξαίρεση τα υλικά που προορίζονται για χρήση σε κατασκευαστικά έργα εντός του ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ. Αντίθετα, προωθείται η ορθολογική τους διαχείριση και αξιοποίηση στο τέλος του κύκλου ζωής τους (Εναλλακτική διαχείριση ελαστικών, 2013, Διαχείριση Αποβλήτων, 2009-2015).

7.1 ΤΡΟΠΟΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ

Τα ελαστικά που απορρίπτονται διατίθενται με διάφορες μεθόδους όπως είναι η :

- 1)η υγειονομική ταφή
- 2)η καύση
- 3)η χρήση ως καύσιμο
- 4)η πυρόλυση και
- 5)η παραγωγή αιθάλης

Έχει πραγματοποιηθεί σημαντική προσπάθεια σε πολλές βιομηχανικές χώρες ώστε τα χρησιμοποιημένα ελαστικά να αποτελούν εναλλακτικές πηγές ενέργειας είτε άλλων προϊόντων.

Παρόλα αυτά ένα σημαντικό μέρος των αποβλήτων ελαστικών εξακολουθεί να απορρίπτεται , χρησιμοποιώντας πιο κοινές τεχνικές όπως :

α) άμεση καύση

β) και υγειονομική ταφή

η καύση των ελαστικών είναι μια εύκολη και φθηνή λύση η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την ατμοσφαιρική ρύπανση η οποία μπορεί να προκαλέσει σοβαρά

προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία καθώς ελευθερώνονται στο περιβάλλον βλαβερές ουσίες όπως πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, στυρένιο, φαινόλες και καρκινογόνες ιδιότητες. Από την άλλη η υγειονομική ταφή αποτελεί σπατάλη των δυνητικά πολύτιμων πρώτων υλών .

ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ

Τα ελαστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε δημόσια έργα αλλά και γεωτεχνικά έργα , σε έργα οδοποιίας, σε τοίχους αντιστήριξης , σε τεχνητούς υφάλους για την βελτίωση της αλιείας , ως καύσιμο σε καυστήρες .

Άλλη μια λύση για την χρήση των ελαστικών είναι η ενσωμάτωση τους σε σκυρόδεμα ώστε να αντικαταστήσουν κάποια αδρανή υλικά . Η λύση αυτή είναι φιλική προς το περιβάλλον γιατί συμβάλλει στην μείωση του διοξειδίου του άνθρακα μέσω της πρόληψης καύσης των ελαστικών .

ΠΥΡΟΛΥΣΗ

Αποτελεί μία ελκυστική μέθοδο για την μείωση των ελαστικών αποβλήτων στον κόσμο. Η διαδικασία αρχίζει με την προθέρμανση του τεμαχισμένου υλικού που τροφοδοτείται σε έναν αποστακτήρα σε υψηλές θερμοκρασίες από 450-900°C σε ατμόσφαιρα χωρίς οξυγόνο μετατρέποντας τα σε χρήσιμα προϊόντα. Η πυρόλυση ελαστικών οδηγεί στην παραγωγή κλασμάτων ελαίου και αερίου, καθώς και υπολείμματος απανθρακωμένου στερεού (PTC) , τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πηγή χημικής πρώτης ύλης ή ως καύσιμο με υψηλή θερμογόνο αξία. Επίσης , το έλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως τροφοδοσία σε υπάρχοντα διυλιστήρια πετρελαίου, και τα PTC μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μαύρο άνθρακα υλικό πλήρωσης για τις βιομηχανίες μελανιών εκτύπωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8°

8 .ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΠΑΣΜΕΝΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΝΕΡΩΝ

Για την προσρόφηση ανόργανων και οργανικών ρύπων που υπάρχουν στο έδαφος και στο νερό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον άνθρακα, είναι μια γνωστή τεχνική διότι ο άνθρακας είναι ένα υλικό το οποίο υπάρχει σε αφθονία στην φύση , και για την χρήση του άνθρακα απαιτείται μια μικρή επεξεργασία .

Ο ενεργός άνθρακας είναι ένα υλικό ευρέως διαδεδομένο και χρησιμοποιείται για την προσρόφηση ρύπων , η χρήση του ενεργού άνθρακα είναι για να μας δείξει την ειδική επιφάνεια που διαθέτει ο άνθρακας, το οποίο είναι αποτέλεσμα την θερμικής και χημικής επεξεργασίας .Ο ενεργός άνθρακας μοιάζει ιδιαίτερα με το βιοεξανθράκωμα , δηλαδή παράγεται και αυτός με την διαδικασία της πυρόλυσης και εμφανίζει και μεγάλες ειδικές επιφάνειες. Η διαφορά τους είναι ότι ένα μέρος του βιοεξανθράκωματος δεν ανθρακοποιείται και αυτό το μέρος έχει την δυνατότητα να δεσμεύει ρύπους όπως είναι η οργανική ύλη. Η προσροφητική ικανότητα εξαρτάται από τις συνθήκες που υπήρχαν κατά την διαδικασία της πυρόλυσης και από την αρχική βιομάζα. Η προσρόφηση των οργανικών ρύπων από το βιοεξανθράκωμα γίνεται μέσω 2 μηχανισμών . Όσον αφορά στους οργανικούς ρύπους , η προσρόφηση τους από το βιοεξανθράκωμα γίνεται μέσω 2 μηχανισμών :

α) την επιφανειακή προσρόφηση στα ανθρακοποιημένα τμήματα β) και τον διαχωρισμό στο οργανικό .

Όσο αφορά τα φυτοφάρμακα , η προσρόφηση τους από το βιοεξανθράκωμα γίνεται για να περιορίσει την περιβαλλοντική ρύπανση και σε δεύτερο βαθμό την ανθρώπινη υγεία . Κατά την εφαρμογή του βιοεξανθράκωματος στο έδαφος θα πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη προσοχή διότι υπάρχει η περίπτωση να δεσμεύει το βιοεξανθράκωμα με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερες δόσεις χημικών στις καλλιέργειες.

Οι οργανικοί ρύποι αποτελούν τεράστια περιβαλλοντική απειλή και το βιοεξανθράκωμα δύναται να βοηθήσει στον περιορισμό του . Τα βαρέα μέταλλα ανήκουν στην κατηγορία των ανόργανων ρύπων , είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία καθώς μπορούν να αποθηκεύονται και συγκεντρώνονται σε οργανισμούς που εκτίθενται σε χαμηλές συγκεντρώσεις αυτών αλλά μεγάλο χρονικό διάστημα . Η λειτουργία του βιοεξανθράκωματος στους οργανικούς ρύπους έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραμονή τους στο περιβάλλον ωστόσο προστατεύεται έναντι της μικροβιακής αποικοδόμησης. Τα βαρέα μέταλλα προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς πηγές όπως είναι τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα και δεν βιοδιασπώνται.

8.1.1 Αποκατάσταση ρυπασμένων με μέταλλα νερών

Οι πιο κοινοί τρόποι για να απομακρύνουμε βαρέα μέταλλα από το νερό και από τα ρυπασμένα ύδατα είναι η προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα

- η διήθηση με την βοήθεια μεμβρανών

- και η κατακρήμνιση

Ωστόσο , τα τελευταία χρόνια η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει ιδιαίτερα θετικά

ευρήματα σχετικά με την ικανότητα του βιοεξανθρακώματος να δεσμεύει βαρέα μέταλλα που εμπεριέχονται στο νερό .

8.1.2 Αποκατάσταση ρυπασμένων με μέταλλα έδαφος

Η αποκατάσταση των ρυπασμένων εδαφών μπορεί να επιτευχθεί με την απομάκρυνση του εδάφους . την υγειονομική ταφή , τη σταθεροποίηση , το πλύσιμο και τη βιοαποκατάσταση . Όταν γίνεται εφαρμογή του βιοεξανθρακώματος στο έδαφος για την απομάκρυνση των βαρέων μετάλλων επιτυγχάνεται η δέσμευση των ιόντων των μετάλλων και με αυτό τον τρόπο μειώνεται η βιοδιαθεσιμότητα τους και ο κίνδυνος του περιβάλλοντος . Κατά την εφαρμογή του βιοεξανθρακώματος πρέπει να απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή γιατί υπάρχει η περίπτωση να ακινητοποιηθούν θρεπτικά συστατικά τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των καλλιεργειών

8.1.3 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΜΟΛΥΣΜΕΝΩΝ ΝΕΡΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΕΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑΤΟΣ

Η χρήση των βιοεξανθρακωμάτων για την προσρόφηση οργανικών-ανόργανων ρύπων που υπάρχουν στο νερό και το έδαφος σχετίζεται με πιθανά οφέλη στο πλαίσιο της γεωργικής απόδοσης , στη δέσμευση του άνθρακα, στη διαχείριση αποβλήτων και στην καθαρή παράγωγή ενέργειας. Από τα ανθρακώδη υλικά το πιο γνωστό είναι ο ενεργός άνθρακας ο οποίος έχει χρησιμοποιηθεί για την προσρόφηση μεγάλης ποικιλίας ρύπων .Το βιοεξανθράκωμα είναι παρόμοιο με τον ενεργό άνθρακα γιατί και αυτός παράγεται από την διαδικασία της πυρόλυσης της βιομάζας και εμφανίζει μεγάλες ειδικές επιφάνειες.Ένα μέρος του βιοεξανθρακώματος δεν ανθρακοποιείται πλήρως , το μέρος που δεν ανθρακοποιείται έχει την δυνατότητα να δεσμεύει ρύπους του εδάφους όπως είναι η οργανική ύλη. Το βιοεξανθράκωμα έχει τη δυνατότητα να εφαρμόζεται ως βιοροφητής για τη δέσμευση οργανικών και ανόργανων ρύπων στο νερό και το έδαφος .Η προσρόφηση των οργανικών ρύπων γίνεται με :

- α) επιφανειακή προσρόφηση στα τμήματα που είναι ανθρακοποιημένα και
- β) διαχωρισμό του οργανικού κλάσματος που δεν έχει ανθρακοποιηθεί.

Οι ανόργανοι ρύποι , και κυρίως τα βαρέα μέταλλα είναι επικίνδυνα για τους υδρόβιους οργανισμούς και για την ανθρώπινη υγεία , γιατί δρουν ως δηλητήρια και λόγω του ότι δε βιοδιασπώνται παρουσιάζουν έντονα φαινόμενα βιοσυσσώρευσης. Η ικανότητα του βιοεξανθρακώματος να απορροφά τα βαρέα μέταλλα οφείλεται στις αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες του άνθρακα και στα κατιόντα των μετάλλων , και στην ανταλλαγή ιόντων στα πρωτόνια και τα μεταλλικά κατιόντα.Η παρουσία οξειδωτικών ομάδων οξυγόνου θα μπορούσε να ενισχύσει επιπλέον την ικανότητα προσρόφησης των ανθρακωδών. Η μικροβιακή αφθονία θα μπορούσε να επηρεαστεί θετικά από την ικανότητα του βιοεξανθρακώματος να προσροφά ρυθμιστικές ενώσεις μικροβιακής ανάπτυξης, θρεπτικές ουσίες ή νερό. Η διαδικασία της μικροβιακής αποσύνθεσης της εξωγενούς οργανικής ύλης εντός του εδάφους,συμπεριλαμβανομένου του βιοεξανθρακώματος, δεν θα ήταν δυνατή αν δεν υπήρχαν συγκεκριμένοι βιοκαταλύτες, δηλαδή ένζυμα, που παράγονται από μικροοργανισμούς του εδάφους. Τα ένζυμα του εδάφους καταλύουν διαδοχικά στάδια της βιοαποικοδόμησης των διαφορετικών υποστρωμάτων, με αποτέλεσμα την αποσύνθεσή τους. Οι κλιματικές συνθήκες και οι συνθήκες που επικρατούν στα

ενδαιτήματα, αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες της έντασης αυτών των διαδικασιών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα biocharέχουν μεγάλες δυνατότητες να βελτιώσουν τα εδάφη και να απομονώσουν τον άνθρακα. Η αξιοποίηση των πολλών δυνητικών οφελών από τα biocharκαι τα συν-προϊόντα τους, δεν θα συμβεί χωρίς να ξεπεραστούν ορισμένες προκλήσεις. Ίσως το πιο αποθαρρυντικό των προκλήσεων αυτών να είναι οικονομικό . Για να είναι βιώσιμη σε μια κοινωνία που βασίζεται στην αγορά, η χρήση των biochar, πρέπει να προσφέρει πολύτιμα οφέλη στους καταναλωτές που μπορούν να ανταγωνιστούν με πολλές εναλλακτικές λύσεις όπως είναι η χρήση του βιοεξανθρακώματος για τον καθαρισμό νερών . Μία εναλλακτική λύση για την χρήση του biocharείναι η εφαρμογή του ως υλικό κατασκευής, μια διαδικασία η οποία αποδίδει εξαιρετικές μονωτικές ιδιότητες στο κτίριο, τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, την δυνατότητα απορρόφησης υγρασίας και την προστασία από την ακτινοβολία. Η έρευνα για αυτή τη διπλωματική επικεντρώθηκε στον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν καλύτερα τα biocharπου παράγονται από απορρίμματα τροφών, από ανθρώπινα απόβλητα και από φύκη . Μια τέτοια διαδικασία με γνώμονα την τεχνολογία των biocharθα είναι σημαντική καθώς η έρευνα επεκτείνεται σε νέες περιοχές με νέες πρώτες ύλες και νέες τεχνολογίες πυρόλυσης. Οι συνεχιζόμενες προσπάθειες σε αυτόν τον τομέα θα περιλαμβάνουν πιθανών εργασία για την τοποθέτηση νέων biocharσε ένα πλαίσιο τυποποίησης τους, καθώς και για τη βελτίωση της πρακτικής χρησιμότητας και αποτελεσματικότητας των τυποποιημένων μεθόδων χαρακτηρισμού τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Chen, T., Zhang, Y., Wang, H., Lu, W., Zhou, Zhang Y., Ren, L., 2014. Influence of pyrolysis temperature on characteristics and heavy metal adsorptive performance of biochar derived from municipal sewage sludge. *Bio resource Technology*. Article in Press.

Hossain, M.K Strezov, V., Chan K.Y., Ziolkowski, A., Nelson, P.F., 2011. Influence of pyrolysis temperature on production and nutrient properties of wastewater sludge biochar, *Journal of Environmental Management*.

Hossain, M.K., Strezov, V., Nelson, P.F. 2009. Thermal characterization of the products of wastewater sludge pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*.

Inyang, M., Gao, B., Yao, Y., Xue, Y., Zimmerman, A.R. , Pullammanappallil, P., Cao, X., 2012. Removal of heavy metal; from aqueous solution by biochars derived from anaerobically digested biomass. *Bioresource Technology*

Lehmann J., (2007). *Bio-energy in the black*. *Frontiers in Ecology and the Environment*.

Lehmann, J., Joseph, S., 2009. Biochar for environmental management: An introduction. In: Lehmann J., Joseph, S. (Eds), *Biochar for environmental management: science and technology*. Earth scan, London.

Lehmann J., Joseph S., (2015). *Biochar for Environmental Management. Science, Technology and Implementation*.

Park, J.H., Choppola, G.K., Bolan, N.S., Chung, J.W., Chuasavathi, T., 2011. Biochar reduces the bioavailability and phytotoxicity of heavy metals.

Sontheimer H., Crittender J. C. and Summers R.S., *Activated carbon for water treatment*, Karlsruhe: DVGW-Forschungsstelle

Khiari B., Marias F., Zagrouba F., Vaxelaire J., *Analytical study of the pyrolysis process in a wastewater treatment pilot station*, *Desalination* 167

Jakubus M. and Czekala J., *Heavy Metal Speciation in Sewage Sludge*, *Pol. J. Environ.*

Ahmad M., Lee S.S., Dou X., Mohan D., Sung J.K., Yang J.E. and Ok Y.S., *Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water*

Beneficial role of Nano silica in cement based materials – A review. L. P. Singh, S. R. Karade, S. K. Bhattacharyya, M. M. Yousuf, S. Ahalawat India 2013, *Science Direct*

Effect of mixing proportion on the properties of seaweed modified sustainable concrete. Md Nurul Islam Siddique, Zularisam bin Abd Wahid Malaysia 2017, *aip.scitation.org*

Mechanical properties of Posidonia Oceanica fibers reinforced cement. L. Allegue, M. Zidi, S. Sghaier 2014, *journals.sagepub.com*

Thermo physical characterization of Posidonia Oceanica marine fibers intended to be used as an insulation material in Mediterranean building. Ons Hamdaoui, Laurent Ibos, Atef Mazioud, Mohamed Safi, Oualid Limam 2018, Science Direct

Chemical composition and pulping of date palm rachis and Posidonia Oceanica – A comparison with other wood and non-wood fibre source. R. Khiariab, M. F. Mhennia, M. N. Belgacemb, E. Mauretb 2009, Science Direct

Seaweed biopolymers as additives for unfired clay bricks C. A. Dove, F. F. Bradley, S. V. Patwardhan, Spingler Link

Yuan J.H., Xu R.K., (2011). The amelioration effects of low temperature biochar generated from nine crop residues on an acidic Ultisol. Soil Use and Management. 27

Goldberg (1985). Black Carbon in the Environment. Wiley, New York. Geological Journal.21

Schmidt M.W.I., Noack A.G., (2000). Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges. Global Biogeochemical Cycles

Siddique R., Naik T.R., (2004). Properties of concrete containing scrap-tire rubber - an overview. Waste Management.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βάμβουκα, Δ., 2009 . Βιομάζα, βιοενέργεια & περιβάλλον . Εκδόσεις Τζιόλα , Θεσσαλονίκη .

Κουμάκη Ε.Σ., (2010). Επεξεργασία στραγγισμάτων από ΧΥΤΑ με προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα. Αθήνα

Νανοϋλικά και Δομικά Υλικά: Επίδραση των νανοϋλικών στη δομή και στις μηχανικές ιδιότητες των υλικών τσιμέντου. Χ. Τζιλέρογλου, Στ. Λογοθετίδης, Μ. Στεφανίδου, Σπ. Κασσαβέτης Θεσσαλονίκη 2016

Χιονίδης Θεόδωρος, «Ενέργεια από απόβλητα: Διαχείριση απορριμμάτων περιφέρειας Κρήτης με θερμική και/η μηχανική-βιολογική επεξεργασία», Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2007.

Αγραφιώτη Ευανθία, «Πυρόλυση βιομάζας για την παραγωγή εξανθρακώματος», Χανιά 2010.

Κόλλια Σοφία, «Διερεύνηση της απομάκρυνσης βαρέων μετάλλων από υγρά απόβλητα με εφαρμογή κατακρήμνισης, προσρόφησης και διήθησης, Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Μπούρας Γεώργιος. Πυρόλυση Λυματολάσπης Και Παραγωγή Βιοεξανθρακώματος. 2012, Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Τεχνολογίας Και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Χανιά

Αγραφιώτη Ευανθία. Πυρόλυση βιομάζας για την παραγωγή εξανθρακώματος. 2010, Χανιά.

Ρίζου Ζ., Διπλωματική Εργασία : Προσρόφηση Οργανικών ουσιών αναδυόμενου ενδιαφέροντος σε δείγματα ενεργού άνθρακα . Πολυτεχνείο Κρήτης

Ενίσχυση τσιμεντοκονιαμάτων με φυσικές ίνες. Ε. Μ. Κεχαγιάς, Μ. Σγουρός, Μ. Στεφανίδου
Θεσσαλονίκη 2017

Διαχείριση Αποβλήτων, (2009-2015), ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

Available online at:

<http://www.ypeka.gr/el-gr/Water-Resources/Wastewater-Management>

Εναλλακτική Διαχείριση Ελαστικών (2013). Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης

Availableonlineat:

http://www.ecorec.gr/ecorec/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=53&Itemid=526&lang=en

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://biochar.ucdavis.edu/>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Terra_preta_HC1.JPG

<https://www.sciencedirect.com/>

<https://www.google.gr/?hl=el>

<http://www.ithaka-institute.org/en/publications>

<https://www.colorado.edu/solchar/>