

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

“Κατασκευή πλωτών ελαιοσυλλεκτών από ανακυκλώσιμα υλικά, κόστος συγκομιδής, κατασκευής και αποτελεσματικότητα .”

ΤΩΝ : ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΟΥΡΟΥΠΕΤΡΟΥ & ΠΑΣΧΑΛΗ ΧΑΤΖΗΣΤΡΑΤΗ

ΕΠΙΒΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Capt. ΑΡΓΥΡΙΟΣ ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Capt. ΑΡΓΥΡΙΟΣ ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

ΘΕΜΑ

Κατασκευή πλωτών ελαιοσυλλεκτών από ανακυκλώσιμα υλικά, κόστος συγκομιδής, κατασκευής και αποτελεσματικότητα.

ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ: ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΟΥΡΟΥΠΕΤΡΟΥ & ΠΑΣΧΑΛΗ ΧΑΤΖΗΣΤΡΑΤΗ

Α.Γ.Μ: 4551 & 4160

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότητα</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ :

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρούμε υποχρέωση μας να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή για την πολύτιμη καθοδήγησή του. Επιπλέον, θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τα κουρείς, τους κτηνοτρόφους και τους ξυλουργούς που μας παρείχαν τα υλικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για το κατασκευαστικό μέρος της πτυχιακής μας εργασίας. Επιπρόσθετα, οφείλουμε να αφιερώσουμε την πτυχιακή μας εργασία στους γονείς μας που μας συμπαρυστάθηκαν όλα τα χρόνια της φοίτησης μας στην Α.Ε.Ν. Μακεδονίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Το θέμα της εργασίας είναι η χρήση συγκεκριμένων ανακυκλώσιμων και βιολογικών υλικών, τα οποία γενικώς θεωρούνται απόβλητα στα περισσότερα μέρη του κόσμου, έτσι ώστε να υπάρξει μια ικανοποιητική καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων. Η συσσώρευση αυτών των υλικών σε περιοχές αποβλήτων προκαλεί αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα, ωστόσο τα υλικά αυτά έχουν πολλές γνωστές χρήσεις. Τα υλικά τα οποία μελετάμε σε αυτήν την εργασία είναι το ανθρώπινο μαλλί, το πρόβιο μαλλί, τα πούπουλα από κόττες, και το πριονίδι και το ροκανίδι, τα οποία έχουν μεγάλη ικανότητα προσρόφησης. Για την πρόληψη της σπατάλης αυτών των υλικών απαιτείται τόσο η αντιμετώπιση των προβλημάτων στην τρέχουσα χρήση τους όσο και η ανάπτυξη συστημάτων χρησιμοποίησης αυτών των υλικών σε περιοχές στις οποίες υπάρχει έλλειψη. Η παρούσα εργασία ερευνά και εξετάζει τις πιθανές χρήσεις αυτών των υλικών που συλλέγονται από τοπικές και παραδοσιακές γνώσεις, από επερχόμενες καινοτομίες και επιστημονική έρευνα καθώς και τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα που έχουν εξελιχθεί γύρω από τις γνωστές χρήσεις. Η χρήση αυτών των φτηνών και φυσικών προϊόντων για τον καθαρισμό των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων έχει τόσο οικονομικά οφέλη όσο και περιβαλλοντικά. Τα υλικά αυτά θα τυλιχθούν από προϊόντα τα οποία είναι το καλσόν και το τούλι τα οποία εφόσον μετά από κάποιες χρήσεις θεωρούνται άχρηστα λόγω ζημιών που έχουν υποστεί. Με αυτόν τον συνδυασμό έχουμε μικρού κόστους ανακυκλώσιμους πλωτούς ελαιοσυλλέκτες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΑ ΥΛΙΚΑ, ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ, ΡΥΠΑΝΣΗ, ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΕΣ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη-Λέξεις κλειδιά.....	3
Εισαγωγή	5
Θεωρητική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας	7
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1°- Η ανθρώπινη τρίχα στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Μεθοδολογία	10
1.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα	11
Κεφάλαιο 2°- Το πρόβιο μαλλί στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.	13
2.1 Εισαγωγή.....	13
2.2 Μεθοδολογία	14
2.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα	15
Κεφάλαιο 3°- Τα πούπουλα των κοτόπουλων στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.	16
3.1 Εισαγωγή.....	16
3.2 Μεθοδολογία	17
3.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα	18
Κεφάλαιο 4°- Το πριονίδι στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.....	19
4.1 Εισαγωγή.....	19
4.2 Μεθοδολογία	20
4.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα	21
Ερευνητική προσέγγιση θέματος.....	22
Κεφάλαιο 1°- Ανθρώπινη τρίχα	22
Κεφάλαιο 2°- Πρόβιο μαλλί	24
Κεφάλαιο 3°- Πούπουλα από κόττες	25
Κεφάλαιο 4°- Πριονίδι και ροκανίδι	26
Συμπεράσματα	27
Παραρτήματα	28
Βιβλιογραφία	33

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξερεύνηση και η παραγωγή αργού πετρελαίου αποτελεί σημαντική πτυχή της παγκόσμιας οικονομίας, λόγω των τεράστιων εσόδων που προκύπτουν από τις δραστηριότητές της. Ωστόσο, παρά τα πολλά οφέλη που απορρέουν από τη βιομηχανία, οι αρνητικές επιπτώσεις που μπορεί να ασκήσει η διαδικασία εξερεύνησης και παραγωγής πετρελαίου στο περιβάλλον, εξακολουθεί να αποτελεί μείζονα ανησυχία για τη βιομηχανία. Η πετρελαιοκηλίδα είναι μία από τις γνωστές πηγές άμεσης και έμμεσης θαλάσσιας ρύπανσης. Αν και οι πετρελαιοκηλίδες αντιπροσωπεύουν περίπου το πέντε έως δώδεκα τοις εκατό των μολύνσεων πετρελαίου, η υψηλή συγκέντρωση πετρελαίου που εναποτίθεται, θα μπορούσε να προκαλέσει μεγάλη καταστροφή στις επηρεαζόμενες περιοχές. Οι πετρελαιοκηλίδες μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα εκρήξεων, κατά τη μεταφορά πετρελαίου, ατυχημάτων λόγω σύγκρουσης ή διαρροών από αγωγούς ή πλοία. Η ανάκτηση μιας πετρελαιοκηλίδας είναι συνήθως προκλητική, δαπανηρή και συχνά ένα δύσκολο έργο το οποίο δεν έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι πρέπει να βρεθούν νέες και καινοτόμες μέθοδοι οι οποίες θα συμπεριλαμβάνουν ανακυκλώσιμα και βιολογικά υλικά για την καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων. Κατ' αυτό τον τρόπο έχουμε μια χαμηλή σε κόστος μέθοδο η οποία περιορίζει την ρύπανση που θα προκαλούσαν αυτά τα υλικά και συμβάλει στην απολύμανση των θαλασσών από πετρελαιοκηλίδες.

Έτσι μελετήσαμε κάποιες έρευνες¹ σχετικά με τη μόλυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από έλαια. Στις έρευνες αυτές προτείνονται διάφορες μέθοδοι για την απολύμανση από τις πετρελαιοκηλίδες που δημιουργούνται σε περιπτώσεις ατυχημάτων. Συγκεκριμένα αναφέρονται στα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν,

¹ Human hair "waste" and Its Utilization. Gaps and Possibilities.

A Novel Method for Adsorption using Human Hair as a Natural Oil Spill Sorbent.

An Evaluation of the Adsorptive Properties of Coconut Husk for Oil Spill Cleanup.

Oil Spill Clean-up from Sea Water using Waste Chicken Feathers.

The Golden Fleece: Innovative to Clean up Oil.

Novel superhydrophobic and superoleophilic sawdust as a selective oil sorbent for oil spill cleanup.

όπως οι ανθρώπινες τρίχες, το τριχοφύες περίβλημα της καρύδας, τα πούπουλα των πουλερικών (κότες), ξύλινα πριονίδια και ροκανίδια καθώς και το πρόβιο μαλλί.

Προτιμήσαμε αυτή την πτυχιακή εργασία διότι παρατηρούμε ανά τον κόσμο ότι η ρύπανση των πετρελαιοκηλίδων είναι ένα συχνό φαινόμενο που ταλαιπωρεί τις βιομηχανίες πετρελαίου και καταστρέφει το υδάτινο περιβάλλον. Παρόλο που αυτό το θέμα επικρατεί αρκετά χρόνια δεν έχουν βρεθεί ικανοποιητικοί μέθοδοι που να έχουν την ικανότητα να ανακτήσουν το πετρέλαιο σε ικανοποιητικό βαθμό. Καθώς μελετήσαμε τις έρευνες ανακαλύψαμε ότι η χρήση ανακυκλώσιμων υλικών είναι παράδοξός ένας αποτελεσματικός και σχετικά χαμηλού κόστους τρόπος για την καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων. Αυτό καθιστά την μέθοδο πολύ ενδιαφέρουσα και γενικά είναι αρκετά προσιτή.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν πρώτα η συλλογή αυτών των ιδιαίτερων υλικών από τοπικά κομμωτήρια, κτηνοτροφία και ξυλουργεία. Δεύτερων συλλέξαμε καλσόν και τούλι τα οποία αποτέλεσαν το περιτύλιγμα των ελαιοσυλλεκτών. Παράλληλα μελετούσαμε και σημειώναμε το κόστος που έχει όλη αυτή η διαδικασία για την παραγωγή αυτών των ελαιοσυλλεκτών. Στην συνέχεια πήραμε διάφορα έλαια και δύο πλαστικές λεκάνες οι οποίες περιείχαν φυσικό θαλασσινό νερό, προσθέσαμε τα έλαια και ξεκινήσαμε την έρευνα σχετικά με το πώς αλληλοεπιδρούσαν τα υλικά με τα έλαια και το νερό.

Επίσης θα θέλαμε να αναφερθούμε στις δυσκολίες που συναντήσαμε κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας. Μια δυσκολία ήταν το γεγονός ότι δεν υπάρχουν άρθρα και μελέτες, όσον αφορά το συγκεκριμένο θέμα, στα ελληνικά. Μια ακόμη δυσκολία ήταν η συλλογή όλων των υλικών αυτών. Επιπρόσθετα θα ήθελα να συμπληρώσω ότι η πτυχιακή μας εργασία έχει δυο αδυναμίες. Μια από αυτές είναι το γεγονός ότι δεν είχαμε το κατάλληλο εξοπλισμό και περιβάλλον για την πειραματική έρευνα των υλικών, καθώς και το ότι τα ερευνητικά άρθρα είναι ελάχιστα, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι δεν είχαμε πολύπλευρη κάλυψη στο θέμα.

Μέρος Α': Θεωρητική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Εισαγωγή

Το πετρέλαιο έχει γίνει πλέον ένα βασικό προϊόν της καθημερινότητάς μας. Σήμερα το πετρέλαιο έχει πολύ σημαντικό ρόλο στο παγκόσμιο εμπόριο, καθώς επιφέρει πολλά σημαντικά οφέλη στις κοινωνίες όπως είναι η κίνηση, η θέρμανση και τα δευτερογενή παραγόμενα από αυτό υλικά. Εξαιτίας του θεμελιώδη χαρακτήρα του πετρελαίου όπως συμπεραίνουμε είναι πολύ δύσκολο για ένα άτομο, μια επιχείρηση ή μια χώρα να ολοκληρώσει τις δραστηριότητες και τις υποχρεώσεις της ημέρας χωρίς αυτό. Ως εκ τούτου το εμπόριο του πετρελαίου είναι αναπόφευκτο και μάλιστα οι ποσότητες που μεταφέρονται είναι τεράστιες ανά τον κόσμο. Αυτές οι μεταφορές όπως και το μεγαλύτερο ποσοστό του παγκόσμιου εμπορίου πραγματοποιούνται μέσω θάλασσας, με μεταφορικό μέσο να είναι τα πλοία λόγω της μεγάλης μεταφορικής τους ικανότητας. Αυτός ο τρόπος μεταφοράς σε συνδυασμό με τον παράγοντα ανθρώπινου σφάλματος και το γεγονός ότι η τεχνολογία που υπάρχει στα πλοία δεν είναι ικανή να αποτρέψει τα θαλάσσια ατυχήματα έχει ως αποτέλεσμα τις θαλάσσιες πετρελαιοκηλίδες, οι οποίες είναι ένα συχνό φαινόμενο ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος. Έτσι η καταστροφή του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τις πετρελαιοκηλίδες έχει δημιουργήσει την ανάγκη να βρεθούν πιο οικονομικές και φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις. Υπάρχουν πάρα πολλά παραδείγματα με ατυχήματα που έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο διαχωρισμός του πετρελαίου από το νερό είναι απαραίτητος για τον ακόλουθο λόγο. Το λάδι στην επιφάνεια του νερού μπορεί να αποτρέψει τη μεταφορά οξυγόνου από την ατμόσφαιρα στο νερό και να οδηγήσει σε υπερβολικά χαμηλό επίπεδο διαλυμένου οξυγόνου λόγω μικροβιακής και οξειδωτικής προσβολής στα μόρια υδρογονανθράκων.

Υπάρχουν υλικά με χαμηλή ικανότητα απορρόφησης, μη βιοδιασπώμενα και συνήθως ακριβά, αλλά διαθέτουν υψηλές υδρόφοβες και ελαίοφιλες ιδιότητες που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο και τα οποία είναι κατασκευασμένα από πολυουρεθάνη²,

² Η πολυουρεθάνη είναι η ένωση δύο στοιχείων, της πολυόλης και του ισοκυανικού και ανήκει στην ευρύτερη οικογένεια των πλαστικών. Η πολυουρεθάνη έχει αμέτρητες εφαρμογές και χρήσεις σε πολλαπλούς κλάδους.

πολυαιθυλένιο³ και πολλά διασυνδεδεμένα πολυμερή απορροφητικά υλικά. Η χρήση φυσικών απορροφητικών για την απομάκρυνση των πετρελαιοκηλίδων έχει προσελκύσει την προσοχή και θεωρείται μεταξύ μερικών από τις πιο ελκυστικές επιλογές λόγω της αποτελεσματικότητάς τους, της επαναχρησιμοποίησης τους, του χαμηλού κόστους, του φιλικού προς το περιβάλλον χαρακτήρα τους καθώς και της υψηλής ικανότητας απομάκρυνσης.

Εκτός αυτού υπάρχουν κι άλλων ειδών μολύνσεις του περιβάλλοντος όπως το κάψιμο άχρηστων υλικών ή την συσσώρευση τους σε χωματερές. Εδώ αναφερόμαστε στα πούπουλα από κότες που παράγονται σε τεράστιες ποσότητες στα εργοστάσια μαζικής παραγωγής κρέατος και αποβάλλονται στο περιβάλλον. Αυτά είτε καίγονται είτε αφήνονται να διαλυθούν με το χρόνο δημιουργώντας διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα. Επίσης, περιβαλλοντική μόλυνση δημιουργείται από τις ανθρώπινες τρίχες και σε κάποιες άλλες χώρες από το περίβλημα των καρυδών τα οποία καίγονται αποβάλλοντας τεράστιες ποσότητες διοξειδίου επιδεινώνοντας το παγκόσμιο πρόβλημα του θερμοκηπίου. Τα απόβλητα υλικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευεργετικά στην απολύμανση των θαλασσών από τις πετρελαιοκηλίδες. Επιπρόσθετα τα ρινίσματα του ξύλου και το μαλλί από πρόβατα έχουν παρόμοιες ιδιότητες.

³ Πολυαιθυλένιο ή πολυαιθένιο είναι το πιο κοινό πλαστικό.

Κεφάλαιο 1^ο – Η ανθρώπινη τρίχα στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.

1.1 Εισαγωγή

Ένα ανακυκλώσιμο και βιολογικό υλικό το οποίο έχει αποδειχθεί επιστημονικά ότι έχει αξιοθαύμαστη ικανότητα απορροφητικότητας είναι οι ανθρώπινες τρίχες. Οι ανθρώπινες τρίχες στις αστικές περιοχές, συσσωρεύονται σε μεγάλες ποσότητες στις χωματερές και δημιουργούν προβλήματα στο έδαφος λόγω της συγκέντρωσης αζώτου προκαλώντας προβλήματα ευτροφισμού⁴. Επίσης, το κάψιμο των μαλλιών δεν είναι λύση αφού παράγει τοξικά αέρια όπως η αμμωνία. Όλη αυτή η σκόνη που δημιουργείται προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα σε άτομα που εργάζονται στις περιοχές εκείνες.

Η αρχή για έναν αποτελεσματικό τρόπο αντιμετώπισης είναι η ανάπτυξη συστημάτων για την χρησιμοποίηση αυτών των αποβλήτων ως πόρο. Η ανθρώπινη τρίχα έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως το γεγονός ότι είναι βιοαποικοδομήσιμη, ανανεώσιμη, υδρόφοβη, ελαιοφιλή και διαθέσιμη σε κάθε περιοχή. Έχει παρατηρηθεί κακή διαχείριση της ανθρώπινης τρίχας στα κέντρα επεξεργασίας (λιπάσματα, σχοινιά, περούκες) και οικονομική εκμετάλλευση με περιβαντολογική αδιαφορία. Έτσι για την σωστή διαχείριση της ανθρώπινης τρίχας απαιτείται τεχνολογία, τεχνογνωσία, γνώσεις και δεξιότητες.

Η ιδέα της χρησιμοποίησης της ανθρώπινης τρίχας στην καταπολέμηση της θαλάσσιας πετρελαιοκηλίδας άρχισε από τον στυλίστα τρίχας της Αλαμπάμα Phil McCoy, το 1989 κατά τη διάρκεια της καταστροφής Exxon Valdez. Ωστόσο, δεν έχουν γίνει πολλά στον τομέα διερεύνησης της αποτελεσματικότητας της χρήσης ανθρώπινων μαλλιών για τον καθαρισμό του μολυσμένου με πετρέλαιο νερού. Ως εκ τούτου, έχοντας εντοπίσει το υπάρχον ερευνητικό κενό, καθίσταται επιτακτική ανάγκη να διερευνηθεί η ικανότητα προσρόφησης των ανθρώπινων μαλλιών σε λάδι το οποίο

⁴ Ο ευτροφισμός είναι το περιβαλλοντικό φαινόμενο κατά το οποίο η υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων συνεπάγεται τη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό ή το έδαφος και κατά συνέπεια την αλλοίωση της βιοποικιλότητας σε αυτά. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται συνήθως σε λίμνες ή κλειστούς αβαθείς κόλπους.

βρίσκετε στο νερό, καθώς και οι μηχανισμοί πίσω από τη διαδικασία, η οποία είναι το βασικό σημείο αυτής της έρευνας.

1.2 Μεθοδολογία

Τα δεδομένα σχετικά με τις χρήσεις των ανθρώπινων μαλλιών για τις έρευνες που έχουν γίνει πάνω σε αυτόν τον τομέα συλλέχθηκαν από κουρείς, συλλέκτες αποβλήτων, ΜΚΟ, ευρύ κοινό και επιστημονικούς ερευνητές. Οι έμποροι παρόλο που ενημερώθηκαν ήταν απρόθυμοι να συζητήσουν. Οι ιδιότητες των ανθρώπινων μαλλιών είναι η μοναδική χημική τους σύνθεση, ο αργός ρυθμός αποδόμησης, η υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό, η θερμομόνωση, η ελαστική ανάκαμψη, η φολιδωτή επιφάνεια και οι μοναδικές αλληλεπιδράσεις με νερό και λάδι. Οι χρήσεις εξαρτώνται από την ποικιλία και υπάρχουν πέντε παράμετροι. Αυτοί οι παράμετροι είναι μήκος, χρώμα, ευθυγράμμιση ή καμπυλότητα, ζημία στα μαλλιά και μόλυνση. Επίσης, η ποιότητα των μαλλιών διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και ανάλογα με την διατροφή και την χρήση χρωστικών.

Η ανθρώπινη τρίχα έχει μεγάλη αλληλεπίδραση με τα έλαια η οποία είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή με το νερό. Αυτή η ιδιότητα είναι πολύ χρήσιμη στον διαχωρισμό πετρελαίου – νερού. Χρησιμοποιούνται μπούμες και στρώματα ανθρώπινων μαλλιών για τον καθαρισμό των παράκτιων πετρελαιοκηλίδων. Με αυτήν την μέθοδο το λάδι μπορεί να ανακτηθεί με το στύψιμο των μαλλιών το οποίο στην συνέχεια μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί έως και εκατό φορές, πλεονεκτήματα που δεν υπάρχουν σε άλλες μεθόδους αποκατάστασης πετρελαιοκηλίδων. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο μπορεί να ανακτηθεί το έλαιο της πετρελαιοκηλίδας. Κάθε είδος μαλλιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αυτές τις εφαρμογές.

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα που διεξήχθησαν για τις έρευνες ήταν αναλυτικού βαθμού που προμηθεύτηκαν από διαπιστευμένο αντιπρόσωπο στο Ηνωμένο Βασίλειο, Αγγλία. Τα έλαια που χρησιμοποιήθηκαν στις έρευνες στην εξέταση της προσρόφησης ήταν το αργό πετρέλαιο, το φυτικό έλαιο και το καύσιμο ντίζελ. Η ανθρώπινη τρίχα που χρησιμοποιείται για το πείραμα συλλέχθηκε από τα τοπικά κομμωτήρια και χωρίστηκε σύμφωνα με τις αντίστοιχες εθνικές ομάδες

τους: X (Αφρικανική τρίχα), Y (ασιατικές τρίχες) και Z (ευρωπαϊκή τρίχα). Τα έλαια που μελετήθηκαν ήταν σε θερμοκρασία δωματίου. Πειράματα προσρόφησης πραγματοποιήθηκαν σε τεχνητό θαλασσινό νερό, το οποίο παρασκευάστηκε τεχνητά. Όλα τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου.

1.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Για να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα των πειραματικών διαδικασιών που οδηγούν σε όλα τα αποτελέσματα που αποκτήθηκαν, ήταν απαραίτητο να αξιολογηθεί η δυνατότητα εφαρμογής. Υπό κανονικές συνθήκες, θα περίμενε κανείς εκατό τοις εκατό ανάκτηση του πετρελαίου λόγω του γεγονότος ότι δεν υπήρχε καμία ανάμιξη μεταξύ του ελαίου και του νερού, όμως οι έρευνες έδειξαν πως δεν είναι έτσι. Σε μια από τις μελέτες που ερευνήσαμε το ποσοστό ανάκτησης που επιτεύχθηκε για το φυτικό έλαιο, το ντίζελ και το αργό πετρέλαιο ήταν 96,20%, 94,68% και 99,41% αντίστοιχα. Σε αυτά τα νούμερα κινούνται και οι υπόλοιπες έρευνες πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η διαδικασία δεν είναι εκατό τοις εκατό αποτελεσματική. Αν και το αργό πετρέλαιο παρουσίασε πολύ υψηλό ποσοστό ανάκαμψης. Καθεμιά από αυτές θα χρησιμεύσει ως ο ποιοτικός έλεγχος σε όλη αυτή την έρευνα.

Έτσι συμπεραίνουμε ότι αν αξιοποιήσουμε τις ανθρώπινες τρίχες και δημιουργήσουμε συστήματα συλλογής των τριχών και μετά από επεξεργασία τα χρησιμοποιήσουμε στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων θα έχουμε καταφέρει να μειώσουμε, κατά μεγάλο ποσοστό την ρύπανση του υδάτινου περιβάλλοντος, του υδροφόρου ορίζοντα και της ατμόσφαιρας με σχετικά χαμηλό κόστος. Αν και τα μακριά μαλλιά προτιμώνται για την παραγωγή περούκας, τα κομμένα κομμάτια, όπως οι τρίχες που βρίσκονται στο πάτωμα ενός κομμωτηρίου, είναι σπατάλη και συνήθως πηγαίνουν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Όπως έχουμε διαπιστώσει μελετώντας τις έρευνες τα ανθρώπινα μαλλιά είναι ένα φυσικό βιοαπορροφητικό που αποτελείται από νεκρά κύτταρα τα οποία αποτελούνται από την επιδερμίδα, το νερό, τα λιπίδια, τα ιχνοστοιχεία και τις πρωτεΐνες, κυρίως πολυμερή αμινοξέα όπως κερατίνη και κυστεΐνη, μυελός και φλοιός. Η επιδερμίδα είναι ιδιαίτερα υδρόφοβη, γεγονός που καθιστά την ανθρώπινη τρίχα απωθητικό νερού. Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα μαλλιά είναι ένα φυσικό βιοαπορροφητικό με

εξαιρετικά ιδιαίτερες ικανότητες αφού έχει αποδειχθεί ότι απορροφά τρεις έως εννέα φορές το βάρος τους σε λάδι. Το αρνητικό στον τομέα αυτόν είναι ότι επί του παρόντος, υπάρχουν μόνο λίγες μελέτες που χρησιμοποιούν τα μαλλιά ως εργαλείο καθαρισμού.

Κεφάλαιο 2^ο – Το πρόβιο μαλλί στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.

2.1 Εισαγωγή

Ένα ακόμη μεγάλο ζήτημα που θέτουν οι θαλάσσιες πετρελαιοκηλίδες είναι ότι αποτελούν σοβαρές απειλές για τα πτηνά και τα θηλαστικά που κατοικούν στα μολυσμένα περιβάλλοντα. Όσο αφορά την εξωτερική επίπτωση στα πτηνά το πετρέλαιο μπορεί να διαπεράσει τα φτερά και τη γούνα, κάτι που προκαλεί περιορισμό στην κίνηση και ασταθή θερμοκρασία του σώματος. Το πετρέλαιο μπορεί επίσης να επηρεάσει σοβαρά το μεταβολισμό, να προκαλέσει κατακράτηση νερού, και ορμονική ανισορροπία κατά την κατάποση. Για την καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος και της ευημερίας αυτών των ζώων, πρέπει να ανακαλύψουμε πιο αποτελεσματικές μεθόδους καθαρισμού των πετρελαιοκηλίδων.

Οι επιχειρήσεις και οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο έχουν χρησιμοποιήσει ιστορικά τη βιοαποκατάσταση και τα διασκορπιστικά για να καθαρίσουν τις πετρελαιοκηλίδες. Ωστόσο, είναι προφανές ότι απαιτείται περισσότερη καινοτομία για την επαρκή καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων. Σύμφωνα με τον Christopher Haney, ο οποίος είναι ο επικεφαλής επιστήμονας στους υπερασπιστές της άγριας ζωής (Defenders of Wildlife), το εβδομήντα πέντε τοις εκατό του πετρελαίου από την πετρελαιοκηλίδα BP στον κόλπο του Μεξικού εξακολουθεί να παραμένει στο περιβάλλον του κόλπου. Πρόσφατα, η κυβέρνηση των Φιλιππίνων και εταιρείες όπως η Tecnomeccanica Biellese έχουν πειραματιστεί με τις ανθρώπινες τρίχες και το πρόβιο μαλλί σε μια προσπάθεια να γίνει αυτή η διαδικασία πιο αποτελεσματική. Το έργο αυτό συνέκρινε την ικανότητα των διαφόρων υλικών να απορροφούν το πετρέλαιο καθώς εμπλέκεται και η μοντελοποίηση ενός μηχανήματος (oil skimmer) με πραγματικές εφαρμογές. Χαρτοπετσέτα, ξύλο κέδρου, ανθρώπινες τρίχες και πρόβιο μαλλί ελέγχθηκαν για απορρόφηση λαδιού με βάση τις αλλαγές στο βάρος μετά την τοποθέτησή τους σε ποτήρια με ποικίλες ποσότητες λαδιού και νερού. Το πιο απορροφητικό υλικό, ήταν το πρόβιο μαλλί.

2.2 Μεθοδολογία

Οι ειδικοί πιστεύανε ότι το πρόβιο μαλλί θα απορροφήσει σημαντικά περισσότερο πετρέλαιο από οποιοδήποτε από τα άλλα υλικά που δοκιμάζονται. Επίσης, υποστήριζαν ότι ενσωματώνοντας αυτό το υλικό σε ένα αποβουτυρωτικό μηχάνημα (oil skimmer), μπορούμε να καθαρίσουμε τουλάχιστον το εβδομήντα τα εκατό του πετρελαίου από την προσομοίωση της διαρροής.

Δεδομένης της αναποτελεσματικότητας των σημερινών μεθόδων, η ανάγκη για μια αποτελεσματική, φθηνή και βιώσιμη τεχνική για τον καθαρισμό του πετρελαίου είναι επιτακτική. Το έργο της έρευνας που μελετήσαμε εξέτασε κατά πόσον ή όχι ένας αποβουτυρωτής πετρελαίου (oil skimmer) που ενσωματώνει τη χρήση του πρόβιου μαλλιού στο σχέδιό του θα μπορούσε να ανακτήσει το πετρέλαιο σε μια προσομοίωση πετρελαιοκηλίδας. Ένα μοντέλο μικρής κλίμακας κατασκευάστηκε για να δοκιμάσει την πραγματική απόδοση. Το μηχάνημα επέδειξε υψηλό επίπεδο λειτουργικότητας και απέδειξε την αρχή της απορρόφησης του λαδιού με πρόβιο μαλλί και της στύψης του.

Το μηχάνημα διαθέτει κινούμενη ροδέλα στην οποία έχει προσαρτηθεί πρόβιο μαλλί. Η ροδέλα περνά από το πετρέλαιο, επιτρέποντας στο μαλλί να απορροφήσει το λάδι, και μεταφέρει το εμποτισμένο μαλλί μέσα από δύο ροδέλες. Το λάδι συλλέγεται σε πλαστικό δοχείο. Το μηχάνημα είναι καινοτόμο, πειραματικά επιτυχής, και κατέχει τη δυνατότητα για την καλύτερη καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων στο μέλλον.

Αυτό το μέρος του πειράματος είχε ως στόχο να καθορίσει ποιο υλικό ήταν καλύτερο στην απορρόφηση του πετρελαίου δηλαδή μαλλί, ξύλο κέδρου, χαρτοπετσέτα, ή ανθρώπινα μαλλιά. Μετρήθηκαν ακριβείς ποσότητες κάθε υλικού, όπως και οι μάζες δύο κενών δοχείων. Το νερό και το πετρέλαιο προστέθηκαν σε ένα ποτήρι. Το υλικό τοποθετήθηκε στο ποτήρι με το νερό και το λάδι, και τα χρονόμετρα ξεκίνησαν για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Ένα σουρωτήρι χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή του υλικού, το οποίο μεταφέρθηκε στο άδειο ποτήρι. Το ποτήρι μετρήθηκε στη συνέχεια καθώς και η ικανότητα απορρόφησης μετρήθηκε συγκρίνοντας τη διαφορά μάζας μεταξύ του υλικού με το λάδι και της αρχικής ποσότητας του υλικού. Για να εξασφαλιστεί ότι οι αριθμοί αυτοί περιελάμβαναν μόνο το πρόβιο μαλλί και το λάδι, πραγματοποιήθηκαν χωριστές δοκιμές με λάδι και πρόβιο μαλλί, χωρίς νερό, με τη διαδικασία που προαναφέρθηκε.

2.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Οι δοκιμές δείχνουν σαφώς ότι το πρόβιο μαλλί έχει μια θαυματουργή ικανότητα να καθαρίζει τις πετρελαιοκηλίδες και ότι οι ιδιότητές του πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή. Τα αποτελέσματα των δοκιμών που διεξάγονται στον αποβουτυρωτή πετρελαίου έρχονται με ένα συνεπές ποσοστό καθαρισμού εβδομήντα πέντε τοις εκατό σε ποικίλες σκληρές συνθήκες. Συνολικά, με την κατάλληλη χρηματοδότηση και τις κατάλληλες επενδύσεις, αυτή η ιδέα θα μπορούσε να μεγεθυνθεί σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα. Εάν αυτή η τεχνολογία επρόκειτο να εκτελεστεί σε μια πραγματική ζωντανή διαρροή, αυτή η μέθοδος θα ήταν ένα αποτελεσματικό μέσο καθαρισμού του πετρελαίου.

Τέλος οι τρέχουσες μέθοδοι για την επίλυση των διαρροών περιλαμβάνουν καύση, χημικούς διασκορπιστές, βιοαποκατάσταση, χρησιμοποιώντας βακτήρια για να μεταβολίσουν το πετρέλαιο και τη λειτουργία μηχανημάτων oil skimmers για να το ανακτήσουν. Δυστυχώς, οι τρέχουσες μέθοδοι καθαρισμού είναι σοβαρά αναποτελεσματικές. Δύο μήνες μετά την πετρελαιοκηλίδα deerwater Horizon, για παράδειγμα, το εβδομήντα πέντε τοις εκατό του πετρελαίου παρέμεινε στον Κόλπο του Μεξικού. Η τεχνολογία αντιμετώπισης των πετρελαιοκηλίδων παραμένει στάσιμη τα τελευταία είκοσι χρόνια και είναι ένας τομέας που αναζητά απεγνωσμένα νέα καινοτομία. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις έχουν αρχίσει να ανακαλύπτουν τις απορροφητικές ιδιότητες του πρόβιου μαλλιού που το καθιστούν ένα ιδανικό υλικό για τον καθαρισμό των πετρελαιοκηλίδων. Έχει την ικανότητα να απορροφήσει έως και δέκα φορές το βάρος του στο πετρέλαιο και μπορεί να βυθιστεί εκ νέου δώδεκα φορές πριν από την αξιοποίηση της πλήρους ικανότητάς του και μετέπειτα αρχίζει να μειώνεται. Καμία τρέχουσα τεχνολογία δεν ενσωματώνει τη χρήση του πρόβιου μαλλιού στον καθαρισμό των πετρελαιοκηλίδων καθιστώντας το έτσι ένα κρυμμένο κόσμημα με ένα λαμπρό μέλλον.

Κεφάλαιο 3^ο – Τα πούπουλα των κοτόπουλων στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.

3.1 Εισαγωγή

Όπως έχουμε ερευνήσει οι πετρελαιοκηλίδες είναι μια μεγάλη περιβαλλοντική καταστροφή που συνέχισε να μαστίζει τη βιομηχανία πετρελαίου μέχρι και σήμερα. Μετά το 2010 με το περιστατικό του Deepwater Horizon, υπήρξε μια αύξηση της έρευνας σχετικά με τις χρήσεις του χαμηλού κόστους και περιβαλλοντικά βιώσιμες επιλογές για τον καθαρισμό των πετρελαιοκηλίδων. Η χρήση χαμηλού κόστους απορροφητικών υλικών θεωρείται οικονομικά αποδοτική και φιλική προς το περιβάλλον. Με πάνω από πέντε εκατομμύρια τόνους αποχετευμάτων πούπουλων κοτόπουλου που συσσωρεύονται ετησίως σε όλο τον κόσμο, η διαχείριση των στερεών αποβλήτων αποτελεί τεράστια πρόκληση. Σε αυτό το κεφάλαιο, αναλύουμε την απορροφητική απομάκρυνση των διαφόρων τύπων πετρελαίου από το θαλασσινό νερό χρησιμοποιώντας τα φτερά κοτόπουλου.

Διάφορες μέθοδοι εφαρμόζονται στη διαδικασία καθαρισμού, συμπεριλαμβανομένων των χημικών, φυσικών και βιολογικών μεθόδων. Η χρήση απορροφητικών υλικών είναι μία από τις φυσικές μεθόδους και έχει εφαρμοστεί στη βιομηχανία για αρκετά χρόνια. Πιο συχνά εφαρμόζονται τα συνθετικά απορροφητικά όπως πολυστυρένιο, πολυπροπυλένιο, και αφρούς πολυεστέρα. Έχουν υψηλές υδρόφοβες και ελαιοφιλικές ιδιότητες και μπορούν να απορροφήσουν μέχρι και εβδομήντα φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο.

Αυτά τα συμβατικά απορροφητικά υλικά, που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία καθαρισμού πετρελαιοκηλίδων, είναι ακριβά και συνήθως μη βιοδιασπώμενα και ως εκ τούτου δεν είναι περιβαλλοντικά βιώσιμα. Χαμηλού κόστους απορροφητικά υλικά αναδύονται ως εναλλακτικές λύσεις που χρησιμοποιούνται λόγω της φιλικότητας προς το περιβάλλον τους, τη διαθεσιμότητα, και το χαμηλό κόστος. Μια μεγάλη συστοιχία των φυσικών υλικών έχουν διερευνηθεί ως πιθανά απορροφητικά υλικά για τον καθαρισμό πετρελαιοκηλίδων. Σε αυτές περιλαμβάνονται

οι ίνες βαμβακιού, το καπόκ⁵, η ακατέργαστη γιούτα, ο φλοιός ρυζιού, η αερογέλη άνθρακα πεπονιού⁶, τα ανθρώπινα μαλλιά, ο κοκοφοίνικας και τα πούπουλα από κότες. Έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι φθηνά, άμεσα διαθέσιμα και συνήθως βιοδιασπώμενα.

3.2 Μεθοδολογία

Οι ιδιότητες προσρόφησης των πούπουλων ερευνήθηκαν σε πειράματα προσρόφησης παρτίδων με τη χρήση αργού πετρελαίου, φυτικού ελαίου και καυσίμου ντίζελ. Η μέγιστη ικανότητα προσρόφησης ήταν 7694 mg/g, 6059 mg/g και 4097 mg/g για φυτικά έλαια, αργό πετρέλαιο και καύσιμα ντίζελ αντίστοιχα. Η κινητική προσρόφησης διέφερε αντιστρόφως με τις αυξανόμενες θερμοκρασίες και περιεγράφηκε καλύτερα από το κινητικό μοντέλο ψευδο-δεύτερης τάξης⁷.

Τα απόβλητα πούπουλα κοτόπουλων που χρησιμοποιήθηκαν στο σχετικό πείραμα αποκτήθηκαν από ένα τοπικό πτηνοτροφείο West Midlands. Τα πούπουλα λοιπόν έμειναν εμποτισμένα για είκοσι τέσσερις ώρες και πλύθηκαν με χλωρίνη για να αφαιρεθεί η οσμή. Η σκληρή ράχη αφαιρέθηκε από τον άξονα των πούπουλων χρησιμοποιώντας ψαλίδι, ενώ τα υπόλοιπα πούπουλα πλύθηκαν και στέγνωσαν σε φούρνο. Τα πούπουλα εμποτίστηκαν περαιτέρω με διττανθρακικό νάτριο και αποξηράθηκαν σε φούρνο στους 140°C για είκοσι τέσσερις ώρες. Τα αποξηραμένα δείγματα κονιοποιήθηκαν. Οι διατομές του δείγματος εξετάστηκαν χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο JOEL 6060LV που σαρώνει το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Το δείγμα αργού πετρελαίου ήταν Bonny Light Crude. Το φυτικό έλαιο αγοράστηκε από το Sainsbury Super Market, στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το καύσιμο ντίζελ αγοράστηκε από το Esso, Coventry, στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τεχνητό θαλασσινό νερό παρασκευάστηκε για την έρευνα το οποίο και χρησιμοποιήθηκε.

Η διαδικασία αποδοκιμασίας πετρελαίου ήταν γρήγορη στα πρώτα δέκα λεπτά, φθάνοντας σε ισορροπία σε περίπου τριάντα λεπτά. Η παρατηρούμενη αρχική ταχεία απορρόφηση οφείλεται στην κίνηση των μορίων του πετρελαίου από τις υψηλότερες

⁵ Το Καπόκ του οποίου η επιστημονική ονομασία είναι Κεΐβη η πέντανδρος, είναι τροπικό δέντρο.

⁶ Η άμεση μετατροπή βιομάζας σε αερογέλη άνθρακα παρέχει μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την ανάπτυξη απορροφητικών υλικών για την ανάκτηση λαδιών και ανάκτησης οργανικών διαλυτών.

⁷ Μοντέλο ψευδο-δεύτερης τάξης είναι μια εξίσωση που αναλύει την απορροφητικότητα ενός υλικού.

περιοχές συγκέντρωσης στην επιφάνεια του απορροφητικού υλικού. Το αποτέλεσμα αυτό είναι παρόμοιο με τα πειράματα που χρησιμοποίησαν κοκοφοίνικα και ανθρώπινες τρίχες για την αφαίρεση φυτικού ελαίου και ντίζελ από το θαλασσινό νερό. Το υψηλό ποσοστό απορροφητικότητας των ελαίων από τα πούπουλα οφείλεται στο υψηλό περιεχόμενο κερατίνης και την ισχυρή σύνδεση δισουλφιδίων που είναι κυρίως αρμόδια για τα υδρόφοβα χαρακτηριστικά τους. Η ικανότητα προσρόφησης των πούπουλων διερευνήθηκε σε διαφορετικές θερμοκρασίες (18, 25, 30 και 40°C). Τα αποτελέσματα κατέδειξαν μείωση της ικανότητας προσρόφησης με αυξανόμενες θερμοκρασίες.

3.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Όπως προείπαμε πάνω από πέντε εκατομμύρια τόνοι αποβλήτων φτερών κοτόπουλου παράγονται ετησίως από εμπορικές πτηνοτροφικές βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο, δημιουργώντας μια τεράστια και δαπανηρή αλλαγή στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων. Αυτό το υλικό όμως μπορεί να συμβάλει εξαιρετικά στην καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων. Εξάλλου έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα απόβλητα φτερά κοτόπουλου αξιολογήθηκαν για την πιθανή εφαρμογή τους ως απορροφητικά υλικά στην απολύμανση πετρελαιοκηλίδας αποδεικνύοντας μεγάλη ικανότητα απορροφητικότητας.

Κεφάλαιο 4^ο – Το πριονίδι στην καταπολέμηση των θαλάσσιων πετρελαιοκηλίδων.

4.1 Εισαγωγή

Ένα τελευταίο βιολογικό και ανακυκλώσιμο υλικό που μελετήσαμε ήταν το πριονίδι. Αυτό το υλικό στις έρευνες απέδειξε μεγάλη ικανότητα απορρόφησης ελαίων και μεγάλη υδροφοβικότητα. Αναλυτικά αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι οι υδροφοβικές και ελαιοφιλικές ιδιότητες του υλικού προέκυψαν από την εναπόθεση σωματιδίων πυριτίου (SiO₂) στην επιφάνεια επίστρωσης πολυστυρενικών ινών. Απορρόφησε το πετρέλαιο ενώ απώθησε πλήρως το νερό, παρέχοντας ισχυρές αποδείξεις για την εξαιρετικά ελπιδοφόρα εφαρμογή του στον τομέα της απολύμανσης του πετρελαίου στις θάλασσες.

Οι προσμείξεις του πετρελαίου έχουν καταστεί ένας από τους κύριους ρύπους στο υδάτινο δίκτυο και έχουν αποτελέσει σοβαρή απειλή για τους ποταμούς, το θαλάσσιο περιβάλλον και την ανθρώπινη ζωή. Σύμφωνα με τις έρευνες, τα υδρόφοβα και ελαιοφιλά απορροφητικά υλικά στα οποία αναφέρονται μπορούν να αποκρούσουν εντελώς το νερό και να απορροφήσουν μόνο το πετρέλαιο, κάτι το οποίο βελτιώνει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας διαχωρισμού νερού-πετρελαίου. Αν και το πριονίδι είναι ένα είδος γεωργίας, δασοκομίας και στερεών αποβλήτων ως φυσικό κυτταρινικό υλικό (cellulosic⁸), το πριονίδι είναι ένας ανανεώσιμος πόρος στη φύση και εύκολα διαθέσιμο στα υποπροϊόντα στη βιομηχανία ξυλείας και χαρτιού. Ως εκ τούτου, το πριονίδι είναι σχετικά άφθονο και χαμηλού κόστους, το οποίο μπορεί να είναι ένα πλεονέκτημα του έναντι στα συμβατικά απορροφητικά. Η εκμετάλλευση του πριονιδιού ως απορροφητικού υλικού για πετρέλαιο είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ολοκληρωμένη αξιοποίηση των πόρων πριονιδιού αποβλήτων. Από την άλλη πλευρά, η υψηλή επιφάνεια και η χαμηλή πλευστότητα επιτρέπουν στο πριονίδι να απορροφάει αποτελεσματικά την περιεκτικότητα σε λάδι από μείγμα πετρελαίου-νερού. Λαμβάνοντας υπόψη συνολικά τους παράγοντες της δαπάνης, της λειτουργικότητας και της παραγωγής, το πριονίδι έχει κερδίσει μια θέση στα κυρίαρχα υλικά μεταξύ όλων των απορροφητικών υλικών χάρη στα πλεονεκτήματα του χαμηλού

⁸ Η κυτταρίνη είναι ένας από τους πολυσακχαρίτες. Αποτελείται από δεκάδες χιλιάδες μόρια γλυκόζης, που ενώνονται και σχηματίζουν ευθείες αλυσίδες.

κόστους, της φιλικότητας προς το περιβάλλον, της χαμηλής πυκνότητας και φυσικά το γεγονός ότι είναι βιοαποικοδομήσιμο.

4.2 Μεθοδολογία

Το υπεροξειδίο του υδρογόνου, το υδροξειδίο του νατρίου, το υδροχλωρικό οξύ, η άνυδρη αιθανόλη, το τετρααιθυλπριανό, η αμμωνία και το παγατώδες οξικό οξύ παρασχέθηκαν από την Tianjin Kaitong Chemical Adi αντιδραστήριο Co., Ltd. Η πολυστερίνη αγοράστηκε από τη Σαγκάη XiBao Biological Technology Co., Ltd. Το τετραϋδροφουράνιο ελήφθη από την Xilong Chemical Co., Ltd. Όλα τα χημικά αντιδραστήρια ήταν αναλυτικού αντιδραστηρίου και χρησιμοποιήθηκαν ως παραληφθέντα χωρίς περαιτέρω καθαρισμό. Σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκε καθαρό νερό. Πετρέλαιο diesel, βενζίνη, κηροζίνη χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση γωνίας επαφών πετρελαίου και τη δοκιμή ικανότητας απορρόφησης πετρελαίου και οι επιφάνειες πλέγματος αγοράστηκαν από την Harbin. Πριονίδι συλλέχθηκε από το εργαστήριο του Κάρπεντερ του Βορειοανατολικού Πανεπιστημίου Δασών.

Το πριονίδι ήταν αρχικά κοσκινισμένο για να λάβει μια ομοιόμορφη ταξινόμηση. Στη συνέχεια, το πριονίδι ξεπλύθηκε καλά με νερό και άνυδρη αιθανόλη πριν από τη χρήση. Μετά από αυτό, το πριονίδι προστέθηκε στο μείγμα που περιέχει 200mL υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου και 7mL υπεροξειδίου του υδρογόνου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για δεκατρείς ώρες. Στη συνέχεια, το υδροχλωρικό οξύ προστέθηκε για να ρυθμίσει το pH 6,5–7,5. Στο τέλος, μετά το πλύσιμο με νερό το οποίο έγινε αρκετές φορές, το πριονίδι τοποθετήθηκε σε φούρνο στους 50 °C μέχρι να σταθεροποιηθεί το βάρος του.

Τέλος τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Αφού ήταν έτοιμοι οι ελαιοσυλλέκτες, χρησιμοποιήθηκαν για την απομάκρυνση πετρελαίου diesel, βενζίνης και κηροζίνης σε διαφορετικές δεξαμενές. Οι ελαιοσυλλέκτες αφέθηκαν για πέντε ώρες μέσα στις δεξαμενές. Η τελική τιμή της μέγιστης ικανότητας απορρόφησης λαδιού καθορίστηκε ως μέση τιμή πέντε πειραμάτων.

4.3 Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Εν κατακλείδι το πριονίδι είναι μια πολύ προσιτή και χαμηλού κόστους μέθοδος για το σχεδιασμό των φιλικών προς το περιβάλλον ελαιοσυλλεκτών. Συγκεκριμένα, τα συμπεράσματα αποκάλυψαν σαφώς ότι η επιφάνεια πριονιδιού σχημάτισε επαρκή τραχύτητα που βοήθησε στην απορροφητικότητα του πετρελαίου. Το πριονίδι είχε αξιοσημείωτη χημική σταθερότητα και περιβαλλοντική αντοχή, η οποία αποδόθηκε στην γλουτινώδη πολυστερίνη που χρησιμοποιήθηκε για την προσκόλληση άφθονων σωματιδίων στην επιφάνεια ινών πριονιδιού. Επιπλέον, το υλικό παρουσίασαν εξαιρετική ικανότητα απορρόφησης λαδιού 14,4 g/g για το πετρέλαιο ντίζελ σε πείραμα διαχωρισμού νερού-λαδιού, αποδεικνύοντας την αξιοσημείωτη ισχύ του ως απορροφητικό υλικό πετρελαίου για την απομάκρυνση του πετρελαίου από το νερό.

Μέρος Β': Ερευνητική προσέγγιση θέματος

Κεφάλαιο 1^ο – Ανθρώπινη τρίχα

Η ανθρώπινη τρίχα ήταν ένα υλικό του οποίου η διαδικασία εύρεσης, διαχείρισης και κατασκευής ήταν ικανοποιητικά προσιτή. Συλλέχθηκε από τοπικά κομμωτήρια της Δράμας σε σύντομο χρονικό διάστημα και ήταν μια σακούλα με ύψος ενός μέτρου και διαμέτρου ενάμιση μέτρο. Η ποσότητα ήταν αρκετή για την πραγματοποίηση του πειράματος, καθώς αρκετό από το υλικό περίσσεψε στο τέλος και δεν χρησιμοποιήθηκε. Με την συλλογή του υλικού συζητήσαμε και με τα κομμωτήρια για να μάθουμε πως αντιμετωπίζονται οι ανθρώπινες τρίχες, δηλαδή αν είναι απόβλητο ή αν αξιοποιούνται με κάποιον τρόπο. Καταλήξαμε λοιπόν στο συμπέρασμα, μετά από συζητήσεις με διάφορα κομμωτήρια, πως οι ανθρώπινες τρίχες που προκύπτουν από τα κομμωτήρια θεωρούνται απόβλητα χωρίς να υπάρχει κάποιος γνωστός τρόπος χρησιμοποίησής τους. Ουσιαστικά οι ανθρώπινες τρίχες αυτές καταλήγουν σε χωματερές ή, σε μεγαλύτερες πόλεις, σε υγειονομικές ταφές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την άμεση διάθεση των υλικών αυτών σε όλες τις περιοχές, χωρίς κάποιο άμεσο κόστος. Στη περίπτωση που το πείραμα αυτό ήταν μεγαλύτερης κλίμακας, τότε θα υπήρχε το κόστος των καυσίμων για το μεταφορικό μέσο με το οποίο θα πραγματοποιούταν η συλλογή αυτή.

Οι ανθρώπινες τρίχες οι οποίες συλλέχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα ήταν καστανές και μελαχρινές. Το μέγεθος ήταν από ένα έως και δεκαπέντε εκατοστά. Τοποθετήσαμε τις ανθρώπινες τρίχες σε μια πλαστική λεκάνη η οποία περιείχε νερό και απορρυπαντικό. Ξεπλύνουμε καλά τις τρίχες και τις αφήσαμε για δύο ώρες μέσα στην λεκάνη με το νερό και το καθαριστικό. Έπειτα, ξεπλύνουμε τις τρίχες με άφθονο νερό και τις απλώσαμε στο πάτωμα με ένα σεντόνι από κάτω, και από πάνω τοποθετήσαμε πετσέτα για να μην σκορπίσουν με τυχόν αέρα. Οι ανθρώπινες τρίχες παρέμειναν κατ' αυτό τον τρόπο, για έξι ώρες στον ήλιο μέχρι να στεγνώσουν πλήρως. Εφόσον οι τρίχες ήταν στεγνές, πήραμε κάποιες από αυτές και τις τυλίξαμε, σε ίσες ποσότητες, κάποιες με τούλι και άλλες με καλσόν. Το βάρος από τα κομμάτια που κατασκευάσαμε με τούλι ήταν 1 γραμμαρίου και το βάρος από τα κομμάτια που κατασκευάσαμε με καλσόν ήταν 2 γραμμαρίων. Οι ανθρώπινες τρίχες που περιείχαν οι

ελαιοσυλλέκτες είχαν βάρος 18 γραμμαρίων, οι οποίες τοποθετήθηκαν αραιά μέσα στο τούλι και το καλσόν. Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας. Τέλος στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε φυσικό θαλασσινό νερό, το οποίο συλλέχθηκε με ένα καθαρό πλαστικό δοχείο από παραλία στην περιοχή της Περαιάς, Θεσσαλονίκη.

Κατασκευάσαμε λοιπόν μερικούς πλωτούς ελαιοσυλλέκτες οι οποίοι δοκιμάστηκαν σε πετρέλαιο ντίζελ και φυτικό έλαιο, τα οποία αγοράστηκαν από τοπικό βενζινάδικο και τοπικό σούπερ μάρκετ. Στο πείραμα μας δοκιμάστηκαν οι υδροφοβικές και ελαιοφιλικές ικανότητες της ανθρώπινης τρίχας καθώς και ικανότητα απορρόφησης τους. Στο πείραμα αποδείχθηκε τεράστια ικανότητα προσρόφησης σε φυτικό έλαιο καθώς και υψηλή απομάκρυνση του νερού. Τοποθετήσαμε λοιπόν τους ελαιοσυλλέκτες στις λεκάνες με το θαλασσινό νερό και τα έλαια. Παρατηρήθηκε πως η μεγάλη διαφορά απορρόφησης ήταν μόλις στα δέκα λεπτά και η μέγιστη στα είκοσι λεπτά. Κατά μέσω όρο στα 18 γραμμάρια ανθρώπινης τρίχας απορροφήθηκαν 171 γραμμάρια φυτικού ελαίου στην μια δοκιμασία και στην άλλη 146 γραμμάρια ντίζελ. Αυτό σημαίνει πως η ανθρώπινη τρίχα μπορεί να απορροφήσει μέχρι και 9,5 φορές το βάρος της σε φυτικό έλαιο και έως 8 φορές το βάρος της σε πετρέλαιο ντίζελ. Η θερμοκρασίες στις οποίες πραγματοποιήθηκε το πείραμα ήταν στους 22°C και στους 27°C. Γίνανε πέντε διαφορετικά πειράματα, όπως και με τα υπόλοιπα υλικά, καθώς παρατηρήθηκε πως στην υψηλότερη θερμοκρασία των 27°C η απορροφητικότητα ήταν λίγο μειωμένη σε σχέση με εκείνη στους 22°C.

Κεφάλαιο 2^ο – Πρόβιο μαλλί

Το πρόβιο μαλλί συλλέχθηκε από τοπικούς κτηνοτρόφους της Δράμας. Το συγκεκριμένο μαλλί που μας δόθηκε χωρίς κάποιο κόστος δεν ήταν προσεγμένο καθώς ήταν υπερβολικά βρώμικο. Ένα μειονέκτημα του πρόβιου μαλλιού είναι ότι αποτελεί χρήσιμο εμπόρευμα αγοραπωλησίας, το οποίο σημαίνει ότι για να χρησιμοποιηθεί σε μεγαλύτερης κλίμακας εργασία θα έχει κόστος ίσο με την τιμή του πρόβιου μαλλιού στην αγορά.

Εφόσον το μαλλί ήταν αρκετά βρώμικο το καθαρίσαμε όσο το δυνατόν περισσότερο με τα χέρια. Έπειτα, το βάλαμε σε μεγάλες μαξιλαροθήκες τις οποίες ράψαμε και το τοποθετήσαμε στο πλυντήριο, όπου και πλύθηκε για δύο ώρες στους 30°C. Μόλις πέρασαν οι δύο ώρες αφαιρέσαμε τις μαξιλαροθήκες από τον πλυντήριο τις ανοίξαμε και απλώσαμε το πρόβιο μαλλί σε σακούλες κάτω στο πάτωμα. Αφήσαμε το μαλλί να στεγνώσει στον ήλιο και με την βοήθεια δυο ανεμιστήρων για έξι ώρες. Όταν το μαλλί στέγνωσε το ξεχωρίσαμε και τα καλύτερα κομμάτια πάρθηκαν για την κατασκευή των πλωτών ελαιοσυλλεκτών. Το τύλιγμα του πρόβιου μαλλιού πραγματοποιήθηκε με τούλι και καλσόν τα οποία ήταν τα ίδια για όλα τα πειράματα. Το μαλλί που περιείχαν οι ελαιοσυλλέκτες ήταν 40 γραμμαρίων. Χρησιμοποιήθηκαν πλαστικές λεκάνες και ζυγαριά ακριβείας.

Προσθέσαμε στις λεκάνες το θαλασσινό νερό που χρησιμοποιήθηκε για όλα τα πειράματα καθώς και το φυτικό έλαιο και το πετρέλαιο ντίζελ. Έπειτα τοποθετήσαμε τους ελαιοσυλλέκτες στις λεκάνες και ξεκίνησαν τα χρονόμετρα. Οι ελαιόφιλες ιδιότητες και απορροφητικές ικανότητες αποδείχθηκαν και σε αυτό το πείραμα. Σε μέσο όρο τα 40 γραμμάρια πρόβιου μαλλιού, απορρόφησαν 353 γραμμάρια φυτικό έλαιο στο ένα πείραμα, και στο άλλο 340 γραμμάρια πετρέλαιο ντίζελ. Αυτό σημαίνει πώς το πρόβιο μαλλί μπορεί να απορροφήσει μέχρι και 9 φορές το βάρος του σε φυτικό έλαιο και μέχρι 8,5 φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο ντίζελ. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασίες των 22°C και 27°C. Δεν σημειώθηκε σημαντική διαφορά απορροφητικότητας στις διαφορετικές θερμοκρασίες.

Κεφάλαιο 3^ο – Πούπουλα από κότες

Τα πούπουλα από κότες συλλέχθηκαν από την ευρύτερη περιοχή της Δράμας. Τα πούπουλα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν σχετικά λίγα. Από την έρευνα που κάναμε καταλήξαμε ότι και αυτά τα υλικά θεωρούνται απόβλητα. Η διαδικασία εύρεσης των πούπουλων δεν ήταν τόσο δύσκολη όσο η διαδικασία διαχείρισης αυτού του υλικού ώστε να είναι κατάλληλο για την χρήση του στο πείραμα. Το μέγεθος των πούπουλων ήταν μέτριο περίπου στα 6 με 7 εκατοστά.

Τα πούπουλα αρχικά καθαρίστηκαν με το χέρι. Δεν ήταν ιδιαίτερα βρώμικα, αλλά είχαν μια δυσάρεστη οσμή. Έπειτα, τοποθετήθηκαν σε μια πλαστική λεκάνη με καθαρό νερό και καθαριστική σκόνη. Πλύθηκαν και παρέμειναν για δύο ώρες μέσα στην λεκάνη με το νερό και το καθαριστικό. Μόλις έφτασε η ώρα τα στραγγίξαμε και τα κρεμάσαμε μέσα σε δύο δίχτυα αφήνοντας τα στον ήλιο για έξι ώρες. Όταν τα πούπουλα στέγνωσαν τα πήραμε και ξεκινήσαμε να αφαιρούμε το κεντρικό τους κορμό. Φυσικά πολλά δεν μπορέσαμε να τα αφαιρέσουμε και άλλα δεν αφαιρέθηκαν πλήρως. Ήταν μια δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία, διότι έπρεπε να καθαριστούν ένα-ένα. Μόλις τελείωσε αυτή η διαδικασία ξεκίνησε η κατασκευή των ελαιοσυλλεκτών. Τυλίχθηκαν με τούλι και καλσόν με την μόνη διαφορά ότι έγιναν μικρότεροι διότι δεν κατείχαμε αρκετή ποσότητα. Έτσι κατασκευάστηκαν ελαιοσυλλέκτες των 10 γραμμαρίων. Χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά ακριβείας θαλασσινό νερό, πλαστικές λεκάνες, φυτικό έλαιο και πετρέλαιο ντίζελ.

Τοποθετήσαμε το θαλασσινό νερό στις λεκάνες καθώς και το πετρέλαιο ντίζελ και το φυτικό έλαιο. Βάλαμε χρονόμετρο και ξεκίνησε το πείραμα μόλις προσθέσαμε τους ελαιοσυλλέκτες πούπουλων από κότες. Οι θερμοκρασίες στις οποίες ελέγχθηκε η απορροφητικότητα των πούπουλων ήταν στους 22°C και 27°C. Τα πούπουλα έδειξαν ταχύτερη απορρόφηση των ελαίων καθώς και μεγάλη ικανότητα απορρόφησης. Σε μόλις δεκαπέντε λεπτά έφτασαν στο μέγιστο ποσοστό απορρόφησης. Κατά μέσο όρο τα 10 γραμμάρια πούπουλων απορρόφησαν 95 γραμμάρια φυτικού ελαίου και 85 γραμμάρια πετρελαίου ντίζελ. Αυτό σημαίνει πως τα πούπουλα από κότες μπορούν να απορροφήσουν μέχρι και 9,5 φορές το βάρος τους σε φυτικό έλαιο και 8,5 φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο ντίζελ. Αν και η διαδικασία προετοιμασίας τους ήταν δύσκολη, η αποτελεσματικότητά τους ήταν εξαιρετική.

Κεφάλαιο 4^ο – Πριονίδι και ροκανίδι

Το ροκανίδι και το πριονίδι συλλέχθηκαν από ξυλουργείο της Θεσσαλονίκης. Καθώς συζητήσαμε με τους ξυλουργούς, για το πριονίδι και το ροκανίδι και τις χρήσεις αυτών των υλικών, καταλήξαμε σε κάποια συμπεράσματα. Τα συμπεράσματα αυτά ήταν πως, από την μια πλευρά αυτά τα υλικά έχουν πολλές γνωστές χρήσεις και χρησιμοποιούνται, αλλά από την άλλη πλευρά μεγάλες ποσότητες αυτών των υλικών θεωρούνται απόβλητα. Οπότε σαν υλικό δεν έχει κάποιο συγκεκριμένο κόστος. Η εύρεση και η απόκτηση αυτών των υλικών ήταν η πιο εύκολη σχετικά με τα υπόλοιπα υλικά. Το πριονίδι και το ροκανίδι ήταν καθαρά και η χρήση τους στο πείραμα μας ήταν αρκετά εύκολη.

Καμία πλύση ή καθαρισμός δεν πραγματοποιήθηκε στα δύο υλικά αυτά. Χρησιμοποιήθηκε τούλι και καλσόν για το τύλιγμα αυτών των υλικών. Χρησιμοποιήσαμε όπως και στα προηγούμενα πειράματα μια ζυγαριά ακριβείας και πλαστικές λεκάνες. Οι ελαιοσυλλέκτες που περιείχαν πριονίδι είχαν βάρος 140 γραμμάρια και οι ελαιοσυλλέκτες που είχαν ροκανίδι είχαν βάρος 24 γραμμάρια. Οι δοκιμασίες απορροφητικότητας δοκιμάστηκαν σε ένα μείγμα φυσικού θαλασσινού νερού και φυτικού ελαίου και σε ένα άλλο μείγμα φυσικού θαλασσινού νερού και πετρελαίου ντίτζελ.

Με την τοποθέτηση των ελαιοσυλλεκτών στις λεκάνες ξεκίνησε το πείραμα. Αυτά τα δύο υλικά κατείχαν τις μικρότερες ικανότητες απορρόφησης και πραγματοποίησαν σχετικά αργά την διαδικασία. Αν και πιστεύαμε πως το πριονίδι θα απορροφούσε λιγότερη ποσότητα ελαίων από το ροκανίδι, συνέβη το ακριβώς αντίθετο. Κατά μέσο όρο τα 140 γραμμάρια πριονίδι απορρόφησαν 420 γραμμάρια πετρέλαιο ντίτζελ στο ένα πείραμα και στο άλλο 468 γραμμάρια φυτικό έλαιο. Άρα σύμφωνα με τις μετρήσεις μας το πριονίδι μπορεί να απορροφήσει μέχρι και 3 φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο ντίτζελ και 3,5 φορές το βάρος τους σε φυτικό έλαιο. Το ροκανίδι κατά μέσο όρο τα 24 γραμμάρια απορρόφησαν 198 γραμμάρια φυτικού ελαίου και ξεχωριστά 187 γραμμάρια πετρελαίου ντίτζελ. Αυτό σημαίνει πως το ροκανίδι μπορεί να απορροφήσει μέχρι και 8 φορές το βάρος του σε φυτικό έλαιο και πετρέλαιο ντίτζελ. Αυτό το πείραμα ήταν το μόνο που κράτησε έως και 40 λεπτά για την πλήρη απορρόφηση των ελαίων.

Κόστος συγκομιδής και κατασκευής

Συμπεράσματα

Ως συμπέρασμα έχουμε την ανθρώπινη τρίχα να είναι η πιο συμφέρουσα μέθοδος από όλες. Εφόσον δεν υπάρχει κόστος απόκτησης και η διαδικασία επεξεργασίας της είναι αρκετά προσιτή, καθώς και τα αποτελέσματα των επιστημονικών ερευνών αλλά και από την δική μας έρευνα δείχνει να κατέχει τις υψηλότερες ικανότητες υδροφοβικότητας, ελαιοφιλικότητας και απορροφητικότητας. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν ως αποτέλεσμα να μας κάνουν να πιστεύουμε πως είναι η καλύτερη μέθοδος.

Όσο αφορά τις άλλες μεθόδους, είναι ικανοποιητικά αποτελεσματικές αλλά έχουν κάποια μειονεκτήματα. Το πρόβιο μαλλί δεν θεωρείται απόβλητο που σημαίνει πως κοστίζει. Η διαχείριση των πούπουλων από κότες είναι αρκετά χρονοβόρα και δύσκολη. Καθώς το πριονίδι και το ροκανίδι δεν απέδειξαν ικανοποιητικές ικανότητες.

Εάν καταφέρουμε στο μέλλον και αξιοποιήσουμε αυτές τις μεθόδους θα είναι ένα μεγάλο βήμα για την προστασία του περιβάλλοντος. Πέρα όμως του περιβάλλοντος θα έχουμε καταφέρει σημαντικά την μείωση του κόστους της διαδικασίας απολύμανσης των θαλασσών από πετρελαιοκηλίδες. Υπάρχουν λύσεις και είναι προσιτές.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



Ακατέργαστο πρόβιο μαλλί.



Ακατέργαστα πούπουλα από κόττες



Ακατέργαστες ανθρώπινες τρίχες.



Καθαρό ροκανίδι.



Καθαρό πριονίδι.



Καθαρισμός του πρόβιου μαλλιού.



Καθαρισμός ανθρώπινης τρίχας.



Καθαρισμός των πούπουλων.



Στέγνωμα υλικών.



Καθαρό πρόβιο μαλλί.



Καθαρές ανθρώπινες τρίχες.



Καθαρά πούπουλα.



Αφαίρεση κεντρικών κορμών πούπουλων.



Καθαρά πούπουλα χωρίς τον κεντρικό κορμό τους.



Γέμισμα ελαιosuλλεκτών.





Διάφορες φωτογραφίες από τα πειράματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- https://www.hindawi.com/journals/jwm/2014/498018/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=HDW_MRKT_GBL_SUB_ADWO_PAI_DYNA_JOUR_X&gclid=CjwKCAjw88v3BRBFEiwApwLevXFMftFBR9pZXQugbJyL55QrC3zPAVODVX8NzChSctIFv_sLuopPEBoCNOYQAvD_BwE
- https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=efbfd09092&attid=0_1&permmsgid=msg-a:r-5479375782596375487&th=1720d44a8ab46b66&view=att&disp=inline&realattid=f_ka542hda0&sadbat=ANGjdJ-vVjBoH-fj2H37Sp8aPIMU_oIqHFRkeXh8E_jAmEa_C8ROAXh6psaIE9lrfbZ5bKCoZHI0SzUkLLj3kUcz8EjizT4PIOHvzsN2ktdlsWZFFu_MnBtYDNKsLiFgYUd0ojSeeKC-pV8_AXN5xMzIOD5pwgdvjHCaVLS8hIT35rx9OmBdouJbDHHNkUBLv0XKpacQ3fnln_b2rHs8dyCi4GeKPZbQcNY-g1JlIC7AUSZZmV2GZ9y6wCJ2gdfzNyHbkPc_V5nweEr3d4RmryQ9gtZR42GhdiZ2LxwvWwWoV8pSrVs6lY4_Hr6Qv3Dl1fbMLJBhk7Cg3WBWTxwdXOEZI06EHIF4XFMUjkeWqyReJktSb3feVDC7nfNMDYPACpRie3xv3LTyI8ITyYz36VEWIW8uZR8HPoRWbJ8HFaJc3estPOW3Ox36Xzy3gp1_-YzFATSRBNT9eC38IOIwgR0H2ISXSW-SCC-xgozWHdzdNyqxEWVd82q6IKK1OMsAPs8KufIstS3WJ1_y0YWYn0IEb91PyUfQHsXWCz4vYEPbm9BSBwtfdxhHyeT3HSZhNO84-p5ggcOxEMV16NO-rfbaQMhBR4F-sQLsRtCitZH35ItEmyA8Po_6QQAiNYiwHyMokGRFMsu-rkqyc-i8llpuQBgX8NUQ6l21Fte3r6ODD3nedaeoq2xEdnOK8M
- https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=efbfd09092&attid=0_2&permmsgid=msg-a:r-5479375782596375487&th=1720d44a8ab46b66&view=att&disp=inline&realattid=f_ka543v7n1&sadbat=ANGjdJ9sMMZlr07H5TBAhnBsolHr40N95EkVRDKeum2XtFW6mQc8CYjahOriJCFEIdDg3RMDnleBUH_nhtzNqW_UFq7_0b67s4EvvvZGNEeAekl0Ova5uEh1_H-6C79CJ3-41_6rRmB-AoQfX7xidHQOdQdI9w35G1ap6Lb3e1gpd5IraYb9hVzcGQPv1YfL8c5RYwDcu4W1oiOZvWq-zyKilqHftU3gTSpgmuZAnbZBRsfhC8bYbQgexQSi_Nd1ysQfLyh6VvJnpGyA_09-C4frQwEsVRqHBSUQGURtKRVxunJrHSyr-IgF3oYcmkZVzRvhVKfpQ3KbTGzez5p-m42t2NFRwEipm8OR9Y7sViDfjv7tN8OeYsq8A0SQO25zpk_C9OXceR5tuxsm4iGsBZtRhm2uRrklAGOBmQqqjOKndWu_yvYz8YHgggsWD1smz02vEwJzdJJwE-Cnu77QLGhJLEaAW6CqIGQELqWrLWjnQGqlyJFMDvmZ_klJiVIUgTchO2pXaNhTyOd516XUZayY5_DAJ614vJHHHDk4DdBqEScgGMCfHZlhHSvjPhRtY6gjonJKwliFGqn2fwgzf8E8TMF2ku3wYod6tOztenUrWo9Q6Td6BbLRkQaLUcTHMfThEpisZwzawOjlpwOYYSk5Y6kmBuLbV2GT3LkiLAI_QJSKyqowaMb5VosLo
- <https://www.sciencealert.com/could-human-hair-be-used-to-clean-up-oil-spills>
- <https://pdfs.semanticscholar.org/00af/db16526c1e2c70b25af7b0ac71266ff8e192.pdf?ga=2.250927302.1158773407.1593001851-1686303951.1590511609>
- <https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=efbfd09092&attid=0>

[.4&permmsgid=msg-a:r-5479375782596375487&th=1720d44a8ab46b66&view=att&disp=inline&realattid=f_ka5468qv3&saddbat=ANGidJ859gAxTyS81n5De7QNwVPPc7Us6J_r3cx0SVda1IreY_SmzolzA8su7mf4m8M32iuJc2kD11tK58m-6IX77FGGuLhZh7Ij9NHEIDoJ0LpUO_XvbLG3vmrYnlk6f5fOgMx6PFGdNKGg9moNRWcUwSMXiGAn4Zgv6G8CRrgW2P_iQiKf5CMERkmDBWbCSQQ80qLvUIEtZF1Nfnx2WT1NE5PyY8ogs7z8qYTdWOxU0xsAHsesZ0uVTIjzHGrr8kYFxfUIQO85C8tA2ImZsSd9RzBt2G1oZdZ2_c73eY7FGNrP91SwptHpazgF56jwbFILIN8nf3g-Gc1Z4hxHCMY0itmK5FSVvNAI2SPxbg7rYzoOANjmU5k95yyBsb98lv-ZCBzxoJX4fc9K_ZI5yhiyKR-dfBIzC3YxUSBvobeEiYJF2JfFG_F0luGZQsjEI41YlvkGeAP3zRMqtYCpnKUYEHKuyMR6Mr9KNT3sJ2TCRaX2q8YB7SB_Td5oQ5Ot8vulskwWNLVtExcGfeB6d-0pOT1ZC_cLonNbUF4cJNiOpD8gW_Hpjtss87FQbEADJDZkj_kC84CHgAKxY3eOczlCzugv00bvRWwcSQOrs1-J_H_MDiGI5sL0X9v_khkUP5yIMGw6omggnT38b-PAO5gMSj1-42fr7ocy_D_X6bhXB76qphf2de2vsBb00](#)

- https://www.researchgate.net/publication/278969662_Novel_Superhydrophobic_and_Superoleophilic_Sawdust_as_a_Selective_Oil_Sorbent_for_Oil_Spill_Cleanup
- https://www.researchgate.net/profile/Augustine_Ifelebuegu/publication/272795782_An_evaluation_of_the_adsorptive_properties_of_coconut_husk_for_oil_spill_cleanup/links/54ef136b0cf2e28308661088/An-evaluation-of-the-adsorptive-properties-of-coconut-husk-for-oil-spill-cleanup.pdf