



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Γεωτεχνικών
Επιστημών και
Διαχείρισης
Περιβάλλοντος

Πτυχιακή εργασία

**Προκαταρτική μελέτη για την ύπαρξη μικροπλαστικών σε
θαλάσσια σώματα της Λεμεσού και μελέτη της δυνατότητας
βιοαποικοδόμησης με αυτόχθονους θαλάσσιους
μικροοργανισμούς**

Ελένη Αριστοδήμου

Λεμεσός, Μάιος 2017

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Πτυχιακή εργασία

Προκαταρτική μελέτη για την ύπαρξη μικροπλαστικών σε
θαλάσσια σώματα της Λεμεσού και μελέτη της δυνατότητας
βιοαποικοδόμησης με αυτόχθονους θαλάσσιους
μικροοργανισμούς

της

Ελένης Αριστοδήμου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Μάρλεν Βάσκες

Λεμεσός, Μάιος 2017

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ελένη Αριστοδήμου, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας
Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει
απαραιτήτως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Δρ. κα Μάρλεν Βάσκες για την εξεύρεση αυτού του θέματος καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και συνεργασία της, για τις σημαντικές συμβουλές, την καθοδήγησή της καθώς επίσης και για την επίβλεψη της σε όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής και συγγραφής της πτυχιακής μελέτης.

Επίσης, ευχαριστώ ιδιαίτερα την Χριστίνα Μοδέστου, για την σημαντική βοήθεια που μου πρόσφερε κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων και για τις σημαντικές συμβουλές της καθώς επίσης και την Ιωάννα Σταυρινίδου για την πολύτιμη βοήθεια της για την εξεύρεση στοιχείων και την συγγραφή της πτυχιακής μελέτης.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μαθητές του Λυκείου Αποστόλων Πέτρου και Παύλου, Αναστασία Νικολάου, Μάρκος Έλληνα και Νικόλα Breniuc για τη βοήθεια τους στις δειγματοληψίες των δειγμάτων για τα μικροπλαστικά από τη περιοχή της Μελάντας και το Καρνάγιο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλη την οικογένεια μου για την πολύτιμη στήριξή της κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής και συγγραφής της πτυχιακής μελέτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πλαστικά και τα μικροπλαστικά υπάρχουν στην καθημερινή μας ζωή. Υπολογίζεται ότι παράγονται περίπου 27 εκατομμύρια τόνων πλαστικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση όπου το 32.4% περίπου ανακυκλώνεται ενώ το υπόλοιπο 67.6% παραμένει ως απόβλητο το οποίο καταλήγει στις χωματερές και στο θαλάσσιο περιβάλλον. Ως πλαστικό ορίζεται το συνθετικό οργανικό πολυμερές το οποίο προέρχεται από τον πολυμερισμό των μονομερών που προέρχονται από το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο, ενώ ως μικροπλαστικό ορίζονται τα πολύ μικρά κομμάτια πλαστικών με μέγεθος μέχρι 10 mm τα οποία δεν φαίνονται με γυμνό μάτι. Τα πλαστικά χωρίζονται στα θερμοπλαστικά, στα θερμοσκληρυνόμενα και στα ελαστομερή πλαστικά ενώ τα μικροπλαστικά στα πρωτογενή και τα δευτερογενή. Μετά το «Πρωτόκολλο για την προστασία της Μεσογείου θαλάσσης από τη ρύπανση από χερσαίες πηγές» το 1980 με σκοπό να ελέγχονται τα απόβλητα, τα οποία εισέρχονται στους ωκεανούς καθώς και τη μείωση των αποβλήτων όπως και των πλαστικών από χερσαίες πηγές, ακολούθησαν και άλλες νομοθεσίες όπως η οδηγία 2008/56/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 17^{ης} Ιουνίου 2008, περί πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής για το θαλάσσιο περιβάλλον, μια οδηγία για τη θαλάσσια στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης που έχει ως στόχο εκτός από τη διαφύλαξη του ωκεανού από τα απόβλητα, τη προστασία των πόρων από τους οποίους εξαρτώνται οι οικονομικές και κοινωνικές δραστηριότητες που σχετίζονται με τη θάλασσα της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το 2020. Η μέχρι τώρα εφαρμογή της οδηγίας φαίνεται πως ακόμη δεν έχει καταφέρει να περιορίσει σημαντικά τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πλαστικών. Χαρακτηριστικά γίνεται αναφορά στο Πλαστικό Νησί του Ειρηνικού Ωκεανού, με μέγεθος γύρω στα 700.000 km² και 750.000 μικροπλαστικών/km².

Βιβλιογραφική ανασκόπηση των πρόσφατων δημοσιεύσεων από το 2010 μέχρι το 2015 έδειξε ότι υπάρχει αρκετά σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα λόγω της ύπαρξης πλαστικών και μικροπλαστικών στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι δειγματοληψίες έγιναν τόσο από τα θαλάσσια ύδατα όσο και από ιζήματα κυρίως κατά τις καλοκαιρινές περιόδους. Ο αριθμός των πλαστικών και μικροπλαστικών κυμαίνεται από 2000 μέχρι και 6000 ανά δειγματοληψία. Τα κυριότερα είδη που επικρατούσαν ήταν το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο. Για την ταυτοποίησή τους χρησιμοποιείται

κυρίως η τεχνική του φασματοφωτόμετρου FT-IR το οποίο παρέχει πληροφορίες για τη δομή και τους δεσμούς των πλαστικών και το μεγαλύτερο μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η απαιτούμενη ακριβής ρύθμιση των οπτικών του οργάνου που αν δεν είναι καλά ρυθμισμένα δεν παρέχουν καμιά πληροφορία. Επίσης, χρησιμοποιείται και το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM) με το οποίο εξετάζεται η επιφάνεια των αντικειμένων με την χρήση ηλεκτρονικής δέσμης με μειονέκτημα ότι δεν επιτρέπει την εξέταση υγρών και γενικά αντικειμένων που παράγουν αέρια ή υφίστανται αποξήρανση.

Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης από τα πλαστικά στο θαλάσσιο περιβάλλον χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι συλλογής των πλαστικών είτε μέσω χτενίσματος των παραλιών είτε με τη χρήση τράτας με διαφορετικά ανοίγματα για τη συγκράτηση πλαστικών διαφόρων μεγεθών. Η αποικοδόμησή τους μπορεί να γίνει με φυσικοχημικές μέθοδοι πχ φωτοαποικοδόμηση, θερμική και θερμοοξειδωτική αποικοδόμηση ή/και με βιολογικές μεθόδους όπως είναι η βιοενίσχυση.

Σε αυτή τη διπλωματική εργασία έγινε προκαταρκτική καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης σε δύο παραλίες της Λεμεσού. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες νερού σε τρία διαφορετικά βάθη της θάλασσας, στην επιφάνεια, στα 50 cm και στα 100 cm σε δοχεία των 3L. Παρατηρήθηκε η ύπαρξη μικροπλαστικών στα δείγματα που συλλέχθηκαν από την παραλία στην περιοχή Καρνάγιο με 72% πολυπροπυλενίου και 28% πολυαιθυλενίου .

Επιπλέον, μελετήθηκε η ικανότητα βιοαποικοδόμησης πλαστικών από μια αυτόχθονη θαλάσσια μικροβιακή κοινότητα που απομονώθηκε από το θαλάσσιο φυτό *Posidonia oceanica*. Συγκεκριμένα λήφθηκαν 5 g από κάθε μέρος του φυτού (φύλλα, ρίζα, matte, ρίζωμα) και αφού πρώτα απομονώθηκαν οι μικροοργανισμοί, στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στο ίδιο βιομέσο μαζί με τα πλαστικά ως η μόνη πηγή άνθρακα για τους μικροοργανισμούς. Μελετήθηκε η δυνατότητα βιοαποικοδόμησης της μικροβιακής κοινότητας της *P. oceanica* στα τρία πιο κοινά είδη πλαστικών (πολυπροπυλένιο, πολυαιθυλένιο, πολυστερίνη). Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τη δυνατότητα βιοαποικοδόμησης των *Pseudomonas putida* και *Phanerochaete chrysosporium* στις ίδιες συνθήκες. Η συνολική έκθεση στα πλαστικά διήρκησε 5 μήνες και υπολογίστηκε η βιοαποικοδόμηση ως η ι) διαφορά στο βάρος των πλαστικών που χρησιμοποιήθηκαν, ιι) διαφορά στην οπτική πυκνότητα και ιιι) διαφορά στη συγκέντρωση DNA.

Η βιοαποικοδόμηση που παρατηρήθηκε από τους μικροοργανισμούς του φυτού *Posidonia oceanica* ήταν πολύ μικρή 0-3%, για όλα τα μέρη του φυτού και για τις δύο δειγματοληψίες, από τη Λεμεσό και το Κάβο Γκρέκο. Αντίστοιχα ήταν τα αποτελέσματα με τους οργανισμούς *P. putida* και *P. chrysosporium* με ποσοστά βιοαποικοδόμησης 2.7% και 1.8% για το πολυπροπυλένιο αντίστοιχα, ενώ για το πολυαιθυλένιο παρουσίασαν 1.4% και 2.3%, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα είναι συγκρίσιμα με πρόσφατες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Ινδία όπου από τους 60 μικροοργανισμούς που μελετήθηκαν, οι 3 είχαν θετικό αποτέλεσμα με ποσοστό βιοαποικοδόμησης 1-1.75 %.

Ως μελλοντικοί στόχοι προτείνονται να πραγματοποιηθούν περαιτέρω μελέτες για την ικανότητα βιοαποικοδόμησης από τη μικροβιακή κοινότητα από το φυτό *P. oceanica* με την ύπαρξη καλύτερων συνθηκών (θερμοκρασίας, πίεσης, συνεχής ανάδευση) και μεγαλύτερου χρονικού διαστήματος μέχρι και ενός έτους. Για τα μικροπλαστικά προτείνεται η δειγματοληψία ιζημάτων σε μεγαλύτερα βάθη και η χρήση αλατούχων διαλυμάτων ούτως ώστε τα μικροπλαστικά να επιπλέυσουν στη επιφάνεια και να μπορούν να μελετηθούν και να ταυτοποιηθούν καλύτερα.

Λέξεις κλειδιά: [πλαστικό, μικροπλαστικό, θαλάσσιο περιβάλλον, *Posidonia oceanica*, βιοαποικοδόμηση].

ABSTRACT

Plastics and microplastics exist in our everyday life. It is estimated that around 27 million tons of plastics are produced in the European Union, where about 32.4% is recycled while the remaining 67.6% remains as waste which ends up in landfills and the marine environment. Plastic is defined as the synthetic organic polymer derived from the polymerisation of monomers of natural gas and petroleum. Microplastics are defined as the very small pieces of plastic up to 10 mm in size, which are not visible to the naked eye. The plastics are divided into thermoplastics, thermosetting and elastomeric plastics, while microplastics in primary and secondary. Following the «Protocol on the Protection of the Mediterranean Sea from Pollution from Land-Based Sources» in 1980 with a purpose to control wastes from entering the oceans as well as the reduction of wastes such as plastics from land-based sources, other legislations followed such as Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy, a directive on the European Union's Marine Strategy, which aims not only to protect the ocean from waste, but also to protect the resources that make up the economic and social activities related to the EU's sea by 2020. The implementation of the Directive has so far not been able to significantly reduce the economic, social and environmental impacts of plastics. Characteristically references are been made to the plastic Island of the Pacific Ocean, with a size of around 700,000 km² and 750,000 microplastics/km².

A bibliographic review of recent publications from 2010 to 2015 has shown that there is a significant environmental problem due to the existence of plastic and microplastics in the marine environment. Sampling was made both from seawater and from sediment mainly during summer periods. The number of plastic and microplastics varies from 2000 to 6000 per sampling. The main predominant species were polyethylene and polypropylene. In particular, the FT-IR spectrophotometer technique, which provides information on the structure and bonding of plastics, is used to identify them, and the biggest disadvantage of this method is the required precision adjustment of the instrument's optics, which, if not well regulated, does not provide any information. Also, the Scanning Electron Microscope (SEM) is used to examine the surface of the articles

by using an electron beam with a disadvantage that it does not allow the examination of liquids and generally gassed or dried objects.

To deal with plastic pollution in the marine environment, various methods of collecting plastics are used such as using trawls with different openings to hold plastic of various sizes. Their degradation can be done by physicochemical methods such as photodegradation, thermal and thermal oxidation degradation and/or biological methods such as bioinjection.

In this diploma thesis there was a preliminary record of the current situation on two beaches of Limassol. In total, two water samplings were made at three different depths of the sea, on the surface, at 50 cm and at 100 cm in 3 L containers. We observed the presence of microplastics in the samples collected from the beach in Karnagio with 72% polypropylene and 28% polyethylene.

In addition, the ability to biodegrade plastics from an indigenous marine microbial community isolated from the *Posidonia oceanica* marine plant was studied. In particular, 5 g of each part of the plant (leaves, root, matte, rhizome) were obtained and after the micro-organisms were isolated, they were then placed in the same biomass along with the plastics as the only source of carbon for microorganisms. The possibility of biodegradation of the *P. oceanica* microbial community was studied in the three most common types of plastics (polypropylene, polyethylene, polystyrene). The results were compared with the biodegradability of *Pseudomonas putida* and *Phanerochaete chrysosporium* under the same conditions. Total exposure to plastics lasted 5 months and biodegradation was calculated as i) difference in weight of the plastics used ii) difference in optical density and iii) difference in DNA concentration.

The biodegradation observed by the microorganisms of *Posidonia oceanica* was very low 0-3%, for all parts of the plant for both sampling, from Limassol and Cavo Greco. Similarly, the results with *P. putida* and *P. chrysosporium* with 2.7% and 1.8% biodegradation rates for polypropylene respectively, respectively, were 1.4% and 2.3%, respectively, for polyethylene. The results are comparable to recent studies conducted in India where of the 60 microorganisms studied, 3 had a positive result with a biodegradation rate of 1-1.75%.

Future targets are proposed to carry out further studies on the biodegradability of the *P. oceanica* microbial community by better conditions (temperature, pressure, continuous stirring) and longer time periods of up to one year. For microplastics it is suggested to collect sediment at greater depths and to use saline solutions so that microplastics float on the surface and be better studied and identified.

Keywords: [plastic, microplastic, marine environment, *Posidonia oceanica*, biodegradation].