

2ος ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΕΙΡΗΝΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ

ΒΙΟΠΛΑΣΤΙΚΑ
ΑΠΟ
ΚΟΛΟΚΑΣΙ - ΠΑΤΑΤΑ
ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ ΑΜΥΛΟΥ
(ΚΑΛΑΜΠΟΚΑΛΕΥΡΟ – ΝΙΣΕΣΤΕ)

Συμμετέχοντες μαθητές/τριες:

Ειρήνη Μακρή, Β3
Λορέντζο Αγλεάζοβ, Β3
Μαρία Κολοκασίδη, Β3
Πέτρος Ρούσος, Β3

Υπεύθυνος Καθηγητής:

Φρίξος Μιχαηλίδης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	ΣΕΛΙΔΑ
ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	3
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ (ερμηνεία εννοιών)	4
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	6
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	11
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	14
ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΚΤΗΘΗΚΑΝ	16
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ)	17
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	23

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Εισαγωγή: Οι κλιματικές αλλαγές, το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι μεγάλοι όγκοι τοξικών, μη βιοδιασπώμενων πλαστικών σκουπιδιών που κατακλύζουν τον πλανήτη επιβάλλουν την απομάκρυνση του παλαιού τύπου πλαστικών που ρυπαίνουν το περιβάλλον και βάζουν σε κίνδυνο όλους τους ζωντανούς οργανισμούς σε στεριά, θάλασσα και αέρα, μια και κάποια από αυτά χρειάζονται από 100 μέχρι 600 χρόνια να διασπαστούν. Πρέπει να σταματήσει άμεσα η παρασκευή, κατανάλωση και χρήση αυτών των υλικών παγκοσμίως.

Αναγκαιότητα: Μετά την μερική απαγόρευση των πλαστικών σακούλων μιας χρήσης στην Κύπρο το 2018 και την πλήρη απαγόρευσή τους το 2019, υπάρχει ανάγκη εξεύρεσης νέων υλικών κατασκευής πλαστικών σακούλων μιας χρήσης αλλά και άλλων υλικών όπως καλαμάκια, ποτήρια κλπ. μια και είναι εύχρηστα και παίζουν σπουδαίο και βοηθητικό ρόλο στην καθημερινότητα του μοντέρνου ανθρώπου.

Έτσι, υπάρχει αναγκαιότητα εξεύρεσης νέων πρώτων υλών κατασκευής πλαστικών σακούλων και άλλων υλικών μιας χρήσης που να εξυπηρετούν με τον ίδιο τρόπο τις συνήθειες του σημερινού ανθρώπου, να είναι φιλικά προς το περιβάλλον, βιοδιασπώμενα σε σύντομο χρονικό διάστημα, να μην είναι τοξικά και να αντικαταστήσουν τα παλαιού τύπου πλαστικά.

Σπουδαιότητα: Η νέα τάση στην χημεία των πλαστικών, ορίζει την παραγωγή βιοπλαστικών κυρίως από φυτικές πηγές που περιέχουν άμυλο όπως η πατάτα και το καλαμπόκι και το κασσάβα. Η Κύπρος έχει το πλεονέκτημα της παραγωγής του κολοκασιού που είναι μια πολύ καλή πηγή αμύλου. Με αυτό το σκεπτικό, η Κύπρος μπορεί να καινοτομήσει και παράξει τα δικά της βιοπλαστικά με πρώτη ύλη ένα μοναδικό τοπικό προϊόν, που παράγει η ίδια η χώρα, και να συμβάλει ουσιαστικά στην αντικατάσταση των παλιών πλαστικών, με πλαστικά φτιαγμένα με πρώτη ύλη το κολοκάσι και να συμβάλει στη μείωση του όγκου σκουπιδιών και γενικότερα της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα και την εργασιακή και οικονομική ανάπτυξη στους τομείς της γεωργίας, της βιομηχανίας και της χημείας στον τόπο μας.

Υποθέσεις: α) Το άμυλο του κολοκασιού μπορεί να απομονωθεί εύκολα από τον καρπό για περαιτέρω χρήση. β) Το κολοκάσι περιέχει αρκετό άμυλο για την παρασκευή βιοπλαστικών. γ) Ο τύπος του αμύλου του κολοκασιού είναι κατάλληλος για την παρασκευή βιοπλαστικών. δ) Το άμυλο του κολοκασιού παράγει καλύτερου τύπου πλαστικά από το άμυλο της πατάτας ή του καλαμποκιού.

Περιορισμοί: α) Μορφοποίηση πλαστικών σε διάφορα, σχήματα και πάχος (Δεν υπάρχει τεχνική υποδομή) β) Επιστημονική μέτρηση των ιδιοτήτων των πλαστικών γ) Μέτρηση αντοχής των βιοπλαστικών στον χρόνο (χρόνος διάσπασης)

Σκοπός: Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει κατά πόσον μπορούν να δημιουργηθούν βιοπλαστικά με πρώτη ύλη το κολοκάσι και να συγκρίνει την ποιότητα του βιοπλαστικού από κολοκάσι με άλλα βιοπλαστικά από πατάτα και καλαμπόκι (καλαμποκάλευρο) και νισεστέ.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ρύπανση

Ρύπανση είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπτο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς. Στους ρύπους ανήκουν συγκεκριμένες χημικές ουσίες και διάφορες μορφές ενέργειας. (Χημεία Κ.Κ. Β' Λυκείου, σελ.101)

Τοξική ουσία

Τοξική θεωρείται μια χημική ουσία όταν είναι δηλητηριώδης και επικίνδυνη για οποιονδήποτε ζωντανό οργανισμό. (Χημεία Κ.Κ. Β' Λυκείου, σελ.108)

Πλαστικά - Πολυμερή

Πλαστικά είναι μια κατηγορία συνθετικών στερεών υλικών που προέρχονται από οργανικές ουσίες και ονομάζονται «πολυμερή» αφού σχηματίζονται από τη σύνδεση πολλών όμοιων μικρών μορίων, που λέγονται μονομερή. (Χημεία Κ.Κ. Β' Λυκείου, σελ.51) Π.χ. το ίδιο το άμυλο είναι ένα φυσικό πολυμερές αφού σχηματίζεται με την ένωση πολλών μορίων γλυκόζης. Άρα σε αυτή την περίπτωση η γλυκόζη είναι το μονομερές. (Χημεία Κ.Κ. Β' Λυκείου, σελ.64)

Βιοδιασπώμενα πλαστικά βιολογικής βάσης

Τα Βιοπλαστικά είναι ένας γενικός χαρακτηρισμός για τα βιοαποικοδομήσιμα πλαστικά, δηλαδή τα πλαστικά που παράγονται από ανακυκλώσιμους πόρους. (RenisexNews. 2018). Έχουν τις ίδιες ιδιότητες με τα συμβατικά πλαστικά, αλλά με το πρόσθετο όφελος ότι είναι πιο οικολογικά. Το βιοαποικοδομήσιμο πλαστικό είναι πλαστικό του οποίου η πολυμερική αλυσίδα, υπό την επίδραση μικροοργανισμών στις κατάλληλες συνθήκες, διασπάται σε ουσίες που απαντούν στη φύση. Τα πλαστικά βιολογικής βάσης είναι τα πλαστικά που παράγονται από ανανεώσιμους πόρους, όπως καλαμπόκι, ζαχαροκάλαμο, σπόρους σόγιας, κ.λ.π.

Άμυλο

Το άμυλο είναι πολυσακχαρίτης (Βάρβογλης, 1986) προϊόν της δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα από τα φυτικά κύτταρα και αποθηκεύεται σε αυτά με τη μορφή κόκκων (αμυλόκοκκοι). Ένας κόκκος αμύλου αποτελείται από 20-30% αμυλόζη (ελικοειδές, μη διακλαδισμένο μόριο) και 70 – 80% αμυλοπηκτίνη (διακλαδισμένο μόριο). Οι αμυλόκοκκοι έχουν διάφορα σχήματα και μεγέθη ανάλογα με το είδος του φυτού στο οποίο παράγονται. (Euso Postdam, 2007, σελ.4).

Κολοκάσι

Το φυτό που είναι γνωστό στη Κύπρο με την ονομασία Κολοκάσι, ταξινομικά ανήκει στην Οικογένεια Araceae (μονοκοτυλήδονα φυτά) και στο γένος Colocasia. Το γένος περιλαμβάνει το είδος Colocasia esculenta και το οποίο απαντάται σε πολλά μέρη του κόσμου, περιλαμβανομένης και της Κύπρου. Το κολοκάσι καλλιεργείται στην Κύπρο για τους εδώδιμους κορμούς του, δηλαδή τις «μάππες» και τις «πούλλες», που είναι πλούσιες σε άμυλο, πρωτεΐνες και βιταμίνες. (άρθρο 7, Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1151/2012)

Πατάτα (γεώμηλο)

Φυτό που ανήκει στην οικογένεια Solanaceae και οι καρποί του – κόνδυλοι είναι εδώδιμοι και πλούσιοι σε άμυλο (70%).

Καλαμποκάλευρο

Αλεύρι από καλαμπόκι με υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο

Νισεστέ

Είναι είδος αμυλούχου αλευριού όπως το κορν φλάουαρ αλλά μπορεί να παραχθεί κι από άλλες πηγές, όπως το ρύζι και συνήθως είναι πιο λεπτόκοκκο και με ελαφρώς μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άμυλο από το κορν φλάουαρ.

Πρώτες ύλες

Είναι τα ακατέργαστα προϊόντα που παραλαμβάνονται από την γεωργία, την κτηνοτροφία, την δασοκομία κ.α. και χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία και την βιοτεχνία (Science wiki) Σε αυτή την περίπτωση: κολοκάσι, πατάτες, καλαμπόκι.

Πλαστικοποιητής

Πλαστικοποιητής είναι η χημική ουσία που βοηθά τα μόρια μιας ουσίας να συνενωθούν σε μακρομόρια και να δημιουργήσουν μια πλαστική μάζα με ελαστικότητα και πλαστικότητα. Σε αυτή την περίπτωση πλαστικοποιητής είναι η γλυκερόλη που συμβάλει στην δημιουργία χημικών δεσμών μεταξύ των μορίων του αμύλου για την παραγωγή βιοπλαστικού. (Euso Postdam, 2007, σελ.7).

Γλυκερίνη (Γλυκερόλη)

Η γλυκερίνη με επίσημο όνομα κατά IUPAC (1,2,3-τριϋδροξυπροπάνιο) είναι χημική ένωση με συντακτικό τύπο HOCH₂CH(OH)-CH₂OH ή C₃H₅(OH)₃ και ο απλούστερος αντιπρόσωπος των τριϋδρικών αλκοολών.

Είναι ένα ιξώδες διαυγές υγρό. Εύκολα σχηματίζεται από την υδρόλυση φυσικών (φυτικών ή ζωικών) λιπών και ελαίων (τριγλυκερίδια). Αποκτήθηκε αρχικά από τον Karl Scheele το 1779 κατά την σαπωνοποίηση των λιπών. (Stiltricotazh, 2019).

Το πεδίο εφαρμογής της γλυκερίνης είναι ποικίλο: βιομηχανία τροφίμων, παραγωγή καπνού, ιατρική βιομηχανία, παραγωγή απορρυπαντικών και καλλυντικών, γεωργία, κλωστοϋφαντουργία, βιομηχανία χαρτιού και δέρματος, πλαστικές ύλες, βιομηχανία χρωμάτων και βερνικιών...

Διήθηση

Διήθηση ή φιλτράρισμα είναι η μέθοδος διαχωρισμού ενός στερεού από ένα λεπτόκοκκο δυσδιάλυτο στερεό με τη χρήση διηθητικού χάρτη ή άλλου είδους φίλτρου (ύφασμα, σουρωτήρι). (Χημεία, Τετράδιο εργασιών Β΄ Γυμνασίου, σελ 44)

Απόχυση

Απόχυση είναι η μέθοδος διαχωρισμού ενός χονδρόκοκκου-βαριού αδιάλυτου στερεού που συνήθως κατακάθεται στο δοχείο κάτω από ένα υγρό. (Χημεία, Τετράδιο εργασιών Β΄ Γυμνασίου, σελ 43)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τη διεξαγωγή αυτής της πειραματικής έρευνας χρειάστηκε, σε πρώτο στάδιο, η διερεύνηση πειραματικών διεργασιών απομόνωσης του αμύλου από το κολοκάσι και την πατάτα.

Σε δεύτερο στάδιο διερευνήθηκε κατά πόσον μπορεί να γίνει, με την ίδια πειραματική διαδικασία, η μετατροπή του αμύλου που προέρχεται από τέσσερις διαφορετικές πηγές (την πατάτα, το καλαμπόκι, το νισεστέ και το κολοκάσι) σε βιοδιασπώμενο πλαστικό.

Ακολούθως, έγινε σύγκριση της ποιότητας μεταξύ των τεσσάρων βιοπλαστικών που παράχθηκαν σε σχέση με την εμφάνιση, την αντοχή, την ελαστικότητα και την διαλυτότητα στο νερό (διάσπαση) για να διαπιστώσουμε αν το πλαστικό από κολοκάσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιοδιασπώμενο πλαστικό και να αντικαταστήσει τα μη βιοδιασπώμενα πλαστικά στη καθημερινή ζωή.

Επιλογή πρώτων υλών:

Η επιλογή πρώτων υλών έγινε βάσει δύο κριτηρίων:

- 1) Την παγκόσμια τάση χρήσης πηγών αμύλου για παραγωγή βιοπλαστικών.
- 2) Τη χρήση πηγών αμύλου που υπάρχουν στην Κυπριακή γεωργική παραγωγή.

Το κολοκάσι επηλέχθηκε λόγω της μοναδικότητας του ως κυπριακό προϊόν και βέβαια επειδή προσομοιάζει με την πατάτα. Η πατάτα, ως γνωστόν είναι πηγή άφθονου αμύλου το οποίο μπορεί να απομονωθεί εύκολα και καλλιεργείται σε αφθονία στην κυπριακή γεωργία. Επίσης, το καλαμπόκι είναι η κυριότερη πηγή αμύλου για διάφορα σκευάσματα παγκοσμίως (corn flour). Ακόμη και το νισεστέ που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, από διάφορες πηγές, είναι δημοφιλές υλικό μαγειρικής στην ανατολική Μεσόγειο.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

Εξαγωγή – απομόνωση αμύλου από τις πρώτες ύλες:

Υλικά:

Κολοκάσι

πατάτες

καλαμποκάλευρο

νισεστέ

Όργανα – Σκεύη:

Στίφτης, μπλέντερ, μαχαίρι, σουρωτήρι, λεπτό ύφασμα-φίλτρο, πλαστικά δοχεία, μαχαίρια, κουτάλια, λαδόχαρτο, σανίδα κοπής, φούρνος κουζίνας.

Μέθοδος:

Για την εξαγωγή αμύλου από τις πρώτες ύλες, όσον αφορά στο κολοκάσι, χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος που ακολουθούμε παραδοσιακά στις πατάτες όταν φτιάχνουμε «κυπριακούς κεφτέδες»: Η πατάτα καθαρίζεται από τη φλούδα, τρίβεται ή μπαίνει στο μπλέντερ και μετά στίβεται ή σουρώνεται για να φύγουν τα υγρά (διήθηση). Αυτό το διήθημα αφήνεται να κατακαθίσει και μετά απομακρύνεται το υγρό (απόχυση). Το ίζημα που απομένει είναι κυρίως το άμυλο της πατάτας. Στο τελευταίο στάδιο γίνεται φυσική ξήρανση του αμύλου αντί για απομάκρυνση της υγρασίας σε φούρνο στους 105 °C. Το ξηρό άμυλο που προέκυψε χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του βιοπλαστικού.

Στο κολοκάσι (1 Kg), επειδή είναι πιο σκληρό, με λιγότερη υγρασία, ακολουθήθηκε παρόμοια μέθοδος: Αφού έγινε καθαρισμός της φλούδας (Χωρίς πλύσιμο γιατί το κολοκάσι παράγει μια γλοιώδη ουσία όταν έρθει σε επαφή με το νερό) το κολοκάσι κόπηκε σε μικρά κομματάκια και τοποθετήθηκε σε μπλέντερ με λίγη ποσότητα νερού ώστε να πολτοποιηθεί (Όπως η πατάτα.). Έπειτα με ένα πολύ λεπτό σουρωτήρι (διήθηση) απομακρύνθηκαν τα στερεά και το διήθημα αφέθηκε σε ηρεμία ώστε να κατακαθίσει το άμυλο. Με απόχυση πήραμε το κατακάθι που ήταν επί το πλείστο το άμυλο που χρειαζόμαστε για την παρασκευή του βιοπλαστικού. Το υπόλειμμα που προέκυψε από το κολοκάσι κρατήθηκε και ξηράνθηκε για περαιτέρω διαρεύνηση.

Για τους σκοπούς την έρευνας αυτής, λόγω πρακτικών δυσκολιών και χρόνου, το άμυλο από το καλαμπόκι το προμηθευτήκαμε από την αγορά ως καλαμποκάλευρο (corn flour), όπως και το νισεστέ.

Παρασκευή βιοδιασπώμενου πλαστικού:

Υλικά:

Άμυλο από κολοκάσι

Άμυλο από πατάτα

Άμυλο από καλαμπόκι (κορν φλοαούρ)

Νισεστέ

Γλυκερόλη

Νερό

Ξίδι

Υδροχλωρικό οξύ 0.2M

Υδροξείδιο του Νατρίου 0.2M

Πεχαμετρικό χαρτί

Χρώμα αχαροπλαστικής

Όργανα – σκεύη:

Ζυγαριά, ηλεκτρικό μάτι κουζίνας, μαγειρικό σκεύος, ποτήρι ζέσεως 500 ml σπάτουλα, κουταλάκια, αλουμινόχαρτο, γυάλινη ράβδος, ποτήρι ζέσεως.

Μέθοδος 1:

Σ' ένα μαγειρικό σκεύος ρίχνουμε ένα κουτάλι από το άμυλο, τέσσερα κουτάλια νερό, ένα κουταλάκι γλυκερόλη και ένα κουταλάκι ξύδι.

Ανακατεύουμε μέχρι να αναμειχθούν τα υλικά και αρχίζουμε να θερμαίνουμε το μείγμα σε σιγανή φωτιά μέχρι τα υλικά να γίνουν μια ζελατινώδης, κολλώδης μάζα. Όταν το μείγμα πήξει και αργούν οι φυσσαλλίδες τότε απομακρύνουμε από τη φωτιά.

Η ίδια μέθοδος παρασκευής βιοδιασπώμενου πλαστικού επαναλήφθηκε για τις δύο πηγές αμύλου (καλαμποκάλευρο, άμυλο από νισεστέ) με τον ίδιο τρόπο και τις ίδιες συνθήκες θέρμανσης.

Μέθοδος 2:

Σε ποτήρι ζέσεως προσθέτουμε 5 g καλαμποκάλευρο, 50 ml νερό, 4 ml γλυκερόλη και 5 ml ξύδι.

Ανακατεύουμε μέχρι να αναμειχθούν τα υλικά και αρχίζουμε να θερμαίνουμε το μείγμα σε σιγανή φωτιά για 15 λεπτά μέχρι τα υλικά να γίνουν μια ζελατινώδης, κολλώδης διαφανής μάζα. Όταν το μείγμα πήξει, γίνει σχεδόν διαφανές και αργούν οι φυσσαλλίδες τότε απομακρύνουμε από τη φωτιά.

Η ίδια μέθοδος παρασκευής βιοδιασπώμενου πλαστικού επαναλήφθηκε για τις δύο πηγές αμύλου (καλαμποκάλευρο, άμυλο από νισεστέ) με τον ίδιο τρόπο και τις ίδιες συνθήκες θέρμανσης.

Μέθοδος 3:

Σε ποτήρι ζέσεως προσθέτουμε 5 g καλαμποκάλευρο, 50 ml νερό, 4 ml γλυκερόλη και 3 ml HCl 0.2M.

Ανακατεύουμε μέχρι να αναμειχθούν τα υλικά και αρχίζουμε να θερμαίνουμε το μείγμα σε σιγανή φωτιά για 15 λεπτά μέχρι τα υλικά να γίνουν μια ζελατινώδης, κολλώδης διαφανής μάζα. Όταν το μείγμα πήξει και αργούν οι φυσσαλλίδες τότε απομακρύνουμε από τη φωτιά. Προσθέτουμε στο μείγμα ένα κομμάτι πεχαμετρικό χαρτί για να ελέγξουμε την οξύτητα του μείγματος και προσθέτουμε περίπου 3 ml NaOH μέχρι το διάλυμα να γίνει ουδέτερο.

Η ίδια μέθοδος παρασκευής βιοδιασπώμενου πλαστικού επαναλήφθηκε και για τις τέσσερις πηγές αμύλου (καλαμποκάλευρο, άμυλο πατάτας, άμυλο από νισεστέ και άμυλο από κολοκάσι) με τον ίδιο τρόπο και τις ίδιες συνθήκες θέρμανσης.

Μέθοδος 4:

Σε ποτήρι ζέσεως προσθέτουμε 5 g άμυλο πατάτας, 50 ml νερό, 4 ml γλυκερόλη και 3 ml HCl 0.2M και μερικές σταγόνες πράσινου χρώματος ζαχαροπλαστικής.

Ανακατεύουμε μέχρι να αναμειχθούν τα υλικά και αρχίζουμε να θερμαίνουμε το μείγμα σε σιγανή φωτιά για 15 λεπτά μέχρι τα υλικά να γίνουν μια ζελατινώδης, κολλώδης διαφανής μάζα. Όταν το μείγμα πήξει και αργούν οι φυσαλλίδες τότε απομακρύνουμε από τη φωτιά. Προσθέτουμε στο μείγμα ένα κομμάτι πεχαμετρικό χαρτί για να ελέγξουμε την οξύτητα του μείγματος και προσθέτουμε περίπου 3 ml NaOH μέχρι το διάλυμα να γίνει ουδέτερο.

*Η μέθοδος παρασκευής βιοδιασπώμενου πλαστικού με χρώμα χρησιμοποιήθηκε μόνο στο άμυλο πατάτας.

Μορφοποίηση βιοπλαστικού:

Υλικά:

Τα παραγόμενα βιοπλαστικά

Όργανα – σκεύη:

Αλουμινόχαρτο, λαδόχαρτο, πλαστικός δίσκος, σπάτουλα, μαχαίρι, ποτήρι ζέσεως, σανίδα κοπής, ύαλος ωρολογίου.

Μέθοδος:

Απλώνουμε το μείγμα όσο είναι θερμό (βιοδιασπώμενο πλαστικό) σε λεπτό φιλμ, με τη βοήθεια μιας σπάτουλας, πάνω σε ένα αλουμινόχαρτο, λαδόχαρτο, σανίδα κοπής ή ύαλο ωρολογίου.

Αφήνουμε το βιοδιασπώμενο πλαστικό να κρυώσει και να στεγνώσει για μερικές μέρες. Μετά αφαιρούμε το λεπτό φιλμ ή τη μάζα που προέκυψε από τα «καλούπια».

*Έγινε προσπάθεια μορφοποίησης του βιοπλαστικού σε διάφορα πάχη αλλά και σε μορφή πιάτου ή ποτηριού με τη βοήθεια δοχείων κεραμικών πιάτων και γυάλινων ποτηριών ως καλούπια.

Έλεγχος ποιότητας – αντοχής βιοπλαστικών:

Υλικά:

Τα παραγόμενα βιοπλαστικά, νερό

Όργανα – σκεύη:

Ποτήρια ζέσεως,

γυάλινη ράβδος,

σπάτουλα.

Μέθοδος:

Τα τέσσερα βιοδιασπώμενα πλαστικά που παράχθηκαν δοκιμάστηκαν και συγκρίθηκαν «πρόχειρα» σε θέματα ελαστικότητας (πλαστικότητας) και μηχανικής αντοχής (δύναμη) όπως και διαλυτότητας στο νερό ώστε να διαπιστωθεί αν είναι κατάλληλα για καθημερινή χρήση π.χ. ως σακούλες μεταφοράς ή ως σκεύη (π.χ. ποτήρια)

Ελαστικότητα - Αντοχή:

Ο έλεγχος ελαστικότητας έγινε μετρώντας εμπειρικά (με τα δάκτυλα) το πόση δύναμη χρειάζεται για να λυγίσει ή να τεντωθεί χωρίς να σπάσει.

Διάσπαση στο νερό:

Ο έλεγχος αντοχής στο νερό (διάβρωσης – διάσπασης) έγινε με τοποθέτηση του παραγόμενου βιοπλαστικού σε νερό για 4 εβδομάδες με ανάδευση ανά τακτά χρονικά διαστήματα κι έγινε σύγκριση μεταξύ τους ως προς την «ευκολία διάσπασης».

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Απομόνωση αμύλου από την πατάτα και το κολοκάσι

Η ποσότητα το αμύλου που παράχθηκε με τη μέθοδο που χρησιμοποιήσαμε από το κολοκάσι είναι πολύ μικρή σε σχέση με την ποσότητα του καρπού του κολοκασιού που χρησιμοποιήθηκε (1 κιλό).

Η απομόνωση του αμύλου από το κολοκάσι είναι πολύ δύσκολη και επίπονη. Δεν παράγει καλής ποιότητας λεπτόκοκκο αλεύρι με υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο.

Στο αμυλούχο ίζημα του κολοκασιού υπάρχουν και άλλες ουσίες που προδίδουν ένα καφέ-μπεζ χρώμα στο τελικό ίζημα αμύλου κατά τη διήθηση που εμποδίζει την δημιουργία καλής ποιότητας πλαστικού.

Η απομόνωση του αμύλου από την πατάτα επιτυγχάνεται πολύ πιο εύκολα από ότι στο κολοκάσι. Η ποιότητα του αμύλου είναι πολύ καλύτερη αφού είναι εντελώς λεπτόκοκκο σαν κρέμα, λευκό και εύχρηστο. Δεν φαίνεται να υπάρχουν τόσες πολλές προσμείξεις, όπως στο κολοκάσι.

Μέθοδος Παρασκευής 1

Το προϊόν που προέκυψε από την πρώτη δοκιμή έμοιαζε περισσότερο με ζύμη-κρέμα παρά με πλαστικό λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε καλαμποκάλευρο αφού δεν έγινε μέτρηση των υλικών αλλά μια πρόχειρη – τυχαία δοκιμή αναλογιών των υλικών. Χρειάστηκε μέτρηση με ζυγαριά σε συγκεκριμένες και ακριβείς αναλογίες για την παρασκευή του βιοπλαστικού.

Το μαγειρικό σκεύος που χρησιμοποιήθηκε δεν βοήθησε στην καλή ανάμειξη των υλικών. Χρειάστηκε αλλαγή του σκεύους και στις επόμενες μεθόδους χρησιμοποιήθηκε ποτήρι ζέσεως και για ανάδευση γυάλινη ράβδος αντί κουτάλι στο οποίο κολλούσε η «πλαστική μάζα».

Μέθοδος Παρασκευής 2

Το προϊόν που προέκυψε από την δεύτερη δοκιμή έμοιαζε περισσότερο με πλαστικό-ζελατίνη αλλά μύριζε έντονα ξύδι.

Υπήρχε δυσκολία στο να πήξει το τελικό προϊόν και να δώσει μια συμπαγή μάζα. Έμοιαζε περισσότερο με ζελατινώδες υγρό.

Παρακάτω, χρειάστηκε να αλλάξουμε το οξύ - έγινε χρήση υδροχλωρικού οξέως - να μειώσουμε την ποσότητα του και να το εξουδετερώσουμε με υδροξείδιο του νατρίου με τη βοήθεια πεχαμετρικού χαρτιού (πράσινο χρώμα για ουδέτερο πεχά).

Επίσης δεν μπορούσε να μορφοποιηθεί – να στρωθεί - εύκολα στο αλουμινόχαρτο.

Τελικά όμως μετά από πολύ χρόνο έπηξε δίνοντας ένα πολύ λεπτό φιλμ διάφανου πλαστικού αλλά όχι πολύ συμπαγές και καθόλου ανθεκτικό.

Μέθοδος Παρασκευής 3

Το προϊόν που προέκυψε από την τρίτη μέθοδο έμοιαζε περισσότερο με πλαστική διάφανη μάζα.

Δεν υπήρχε η αίσθηση της περίσσειας οξέως αφού εξουδετερώθηκε με τη βοήθεια υδροξειδίου του νατρίου και πεχαμετρικού χαρτιού.

Επίσης έπηξε εύκολα το τελικό προϊόν στις τρεις πηγές αμύλου.

Το άμυλο κολοκασιού φαίνεται να οξειδώθηκε δίνοντας ένα μπεζ-καφέ χρώμα και η πλαστική μάζα που παράχθηκε ενώ φαινομενικά έχει ιδιότητες πλαστικού, περιέχει χονδρούς κόκκους πιθανόν από άλλα συστατικά του κολοκασιού που πέρασαν στο ίζημα μαζί με το άμυλο.

Χρειάστηκε πάρα πολύς χρόνος (μέρες) για να πήξει το τελικό προϊόν. Θα έπρεπε να γίνει χρήση φούρνου ξήρανσης σε χαμηλή θερμοκρασία (50 – 90 °C) για γρήγορη απομάκρυνση της υγρασίας αλλά αυτό δεν ήταν εφικτό στο σχολικό εργαστήριο αλλά ούτε υπήρχε αρκετός χρόνος λόγω του σχολικού προγράμματος.

Το πλαστικό από τις τρεις πρώτες πηγές είχε, στην αρχή, παρόμοια εμφάνιση και χρώμα. Επειδή όμως υπήρχαν μεγάλες δυσκολίες στη μορφοποίηση, το πάχος των πλαστικών δεν είναι το ίδιο και θα προκύψουν δυσκολίες στην σύγκριση της ποιότητας και αντοχής τους. Οι δυσκολίες μορφοποίησης σε μεγάλο φιλμ (όπως οι κανονικές πλαστικές σακούλες) προέκυψαν λόγω του ότι χρειάζεται συγκεκριμένος τεχνολογικός εξοπλισμός ο οποίος υπάρχει σε συγκεκριμένα εργοστάσια.

Μέθοδος Παρασκευής 4

Το προϊόν που προέκυψε από την τέταρτη μέθοδο πήρε ένα πολύ ωραίο πράσινο χρώμα. Η προσθήκη του χρώματος δεν φαίνεται να επηρέασε την διαδικασία πλαστικοποίησης του αμύλου αλλά αρχικά διαφαίνεται πως το χρωματιστό βιοπλαστικό είναι πιο μαλακό.

Διαφαίνεται ότι μπορούν να δημιουργηθούν και χρωματιστά βιοπλαστικά από αμυλούχες πηγές. Παραμένει να δούμε την ανοχή τους σε σχέση με τα διαφανή βιοπλαστικά χωρίς χρώμα.

Ξήρανση - Μορφοποίηση

Όπως προαναφέραμε οι δυσκολίες στην παρασκευή αλλά και στην μορφοποίηση σε λεπτό φιλμ ίδιου πάχους λόγω απουσίας κατάλληλου εξοπλισμού, απέδωσε τελικά προϊόντα διαφορετικών μηχανικών ιδιοτήτων παρ' όλο που μέθοδος παρασκευής των βιοπλαστικών ήταν η ίδια.

Παρ' όλα αυτά με μια πρόχειρη μέτρηση, κυρίως με την αφή, ως προς την σκληρότητα, με το τράβηγμα ως προς την αντοχή, και παρατηρώντας την όψη των τελικών προϊόντων, δηλαδή των βιοπλαστικών παρατηρήσαμε τα εξής:

Το βιοπλαστικό από τον νισεστέ και το καλαμποκάλευρο ήταν πιο σκληρά, πιο ανθεκτικά και πιο συμπαγή και ως προς την εμφάνιση ήταν πιο διάφανα.

Το βιοπλαστικό από το άμυλο της πατάτας, όπου η εξαγωγή του έγινε στο εργαστήριο δεν ήταν πλήρως διαφανές, ήταν πιο ελαστικό αλλά πιο συμπαγές.

Το βιοπλαστικό από κολοκάσι δεν ήταν διαφανές, ήταν καφέ και κοκκώδες, ήταν ελαστικό και κολλώδες και καθόλου σκληρό όπως τα πλαστικά από νισεστέ και καλαμποκάλευρο. Από ότι φαίνεται δεν έγινε καλή απομόνωση του αμύλου στο εργαστήριο αλλά επηρέασε και το γεγονός ότι αφέθηκε μια – δυο μέρες πριν να χρησιμοποιηθεί με αποτέλεσμα να οξειδωθεί από την παρουσία και άλλων ουσιών κατά την διήθηση-απομόνωση του αμύλου από το κολοκάσι.

Η ποιότητα των πλαστικών που δημιουργήθηκαν φαίνεται να επηρεάζεται από την περιεκτικότητα της πρώτης ύλης σε άμυλο, τον τρόπο απομόνωσης του αμύλου αλλά και από τη μέθοδο ξήρανσης και μορφοποίησης του τελικού προϊόντος.

Το σημαντικό αποτέλεσμα που κατέδειξε η έρευνα είναι ότι μπορούν να παρχθούν βιοπλαστικά από διάφορες πηγές αμύλου σε διάφορες ποιότητες ως προς τις ιδιότητες.

Έλεγχος ποιότητας και αντοχής των βιοπλαστικών:

Το βιοπλαστικό από κολοκάσι είναι καφέ – μπεζ, κολλώδες, ελαστικό αλλά σπάζει εύκολα. Δεν διαλύεται εύκολα στο νερό αλλά θρυμματίζεται.

Το βιοπλαστικό από πατάτα είναι διαφανές, σχεδόν άχρωμο, έχει αρκετή ελαστικότητα και αντοχή στη δύναμη σε πιο χοντρή μορφή ενώ σε μορφή φιλμ σπάει εύκολα. Διαλύεται σχετικά δύσκολα στο νερό.

Το βιοπλαστικό από καλαμποκάλευρο είναι διαφανές, υποκίτρινο, κάπως ελαστικό και πιο σκληρό από τα υπόλοιπα. Διαλύθηκε δύσκολα στο νερό.

Το βιοπλαστικό από νισεστέ ήταν το πιο σκληρό, διαφανές και ελαστικό από τα τέσσερα βιοπλαστικά. Παρατηρήθηκε μικρή αλλαγή κατά τη διάλυση του στο νερό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα προκρίπτονται τα πιο κάτω συμπεράσματα σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα:

A1) Το άμυλο από το κολοκάσι δεν μπορεί να απομονωθεί εύκολα στο εργαστήριο από τον καρπό του κολοκασιού. Πιθανόν να χρειάζεται αναζήτηση άλλης μεθόδου απομόνωσης του αμύλου από το κολοκάσι.

A2) Το άμυλο της πατάτας μπορεί να απομονωθεί πολύ πιο εύκολα με την ίδια μέθοδο παρά το άμυλο του κολοκασιού. Το τελικό προϊόν είναι καθαρό, λευκό, εξαιρετικά λεπτόκοκκο ίζημα το οποίο όμως πρέπει να ξηρανθεί ή να χρησιμοποιηθεί άμεσα γιατί αν παραμείνει «καφετίζει».

B1) Το κολοκάσι δεν προσδίδει μεγάλη ποσότητα αμύλου σε σχέση με τη συνολική μάζα του καρπού που χρησιμοποιήθηκε. Η πατάτα δίνει μεγαλύτερη ποσότητα και καλύτερης ποιότητας αμύλου προς χρήση. Άρα η πατάτα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευκολότερα για την παρασκευή βιοπλαστικών παρά το κολοκάσι.

B2) Το κολοκάσι λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας σε άμυλο σε σχέση με την πατάτα και το καλαμποκάλευρο ή τον νισεστέ σε συνδυασμό με την υψηλή τιμή του στην αγορά, θα ήταν ασύμφορο να χρησιμοποιηθεί.

Γ1) Το τελικό προϊόν – άμυλο του κολοκασιού περιέχει και άλλες ουσίες και οξειδώνεται σε μπεζ-καφέ και είναι αρκετά χονδρόκοκκο με αποτέλεσμα να μην είναι χρήσιμο για κατασκευή βιοπλαστικού τουλάχιστον με τη μέθοδο απομόνωσης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα.

Γ2) Το άμυλο της πατάτας είναι λεπτόκοκκο, λευκό και μεταποιείται εύκολα σε πλαστικό σε σχέση με το κολοκάσι και θα μπορούσε σίγουρα να αποτελέσει πρώτη ύλη για την κατασκευή βιοδιασπώμενων πλαστικών.

Δ1) Η ποιότητα του βιοπλαστικού που παράγεται με την ίδια μέθοδο φαίνεται να επηρεάζεται από την περιεκτικότητα και την καθαρότητα του αμύλου. Όσο πιο υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο περιέχει η πρώτη ύλη τόσο ευκολότερα πλαστικοποιείται.

Δ2) Η σειρά ποιότητας ή καλύτερου τύπου βιοπλαστικού, ξεκινώντας από το καλύτερο, σε σχέση με την προέλευση της πρώτης ύλης είναι: νισεστέ, καλαμποκάλευρο, πατάτα και τελευταίο το κολοκάσι. Η διαλυτότητα των πλαστικών στο νερό είναι αντιστρόφως ανάλογη της περιεκτικότητας σε άμυλο. Δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε άμυλο τόσο πιο ανθεκτικό είναι το βιοπλαστικό και χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να διαλυθεί πλήρως.

ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ:

Χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση του τρόπου απομόνωσης του αμύλου από το κολοκάσι.

Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για τους τρόπους μορφοποίησης και μηχανικών ιδιοτήτων των πλαστικών.

Χρειάζεται περαιτέρω έρευνα όσον αφορά στα αμυλούχα προϊόντα που παράγει η Κύπρος τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για παραγωγή βιοπλαστικών.

Χρειάζεται η επιστήμη της χημείας στην Κύπρο να προσανατολιστεί σε έρευνες και συνεργασίες με στόχο την παραγωγή βιοπλαστικών φιλικών προς το περιβάλλον.

Επιβάλλεται η συνεργασία των διάφορων υπουργείων (Παιδείας και Πολιτισμού, Υγείας, Αγροτικής ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας και Οικονομικών) για την διερεύνηση πιθανότητας παραγωγής βιοπλαστικών στην Κύπρο με βάση τα κυπριακά γεωργικά προϊόντα. Αυτό θα βοηθήσει τόσο στην καλύτερη ποιότητα ζωής των πολιτών της Κύπρου (Λιγότερα πλαστικά σκουπίδια και βελτίωση της ποιότητας του Περιβάλλοντος) όσο και στην οικονομική και γεωργική ανάπτυξη του αγροτικού και επιστημονικού τομέα.

ΣΧΟΛΙΑ:

Τα παιδιά της Β΄ γυμνασίου έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το μάθημα της χημείας οπότε ο γενικός σκοπός της εργασίας ήταν να κάνει τους μαθητές να γνωρίσουν το μάθημα, την αξία του και τις προοπτικές του μια και δεν έχουν ακόμη αποκτήσει τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για μια πλήρη επιστημονική έρευνα.

Κύριος στόχος ήταν να αποκτήσουν οι μαθητές επιστημονική σκέψη και να εισαχθούν στην επιστημονική μεθοδολογία ενώ παράλληλα αποκτούν γνώσεις και δεξιότητες τόσο σε θεωρητικό όσο και πειραματικό επίπεδο.

Έτσι τόσο η έρευνα όσο και η αναζήτηση βιβλιογραφίας κρατήθηκε στο επίπεδο που μπορούσαν να κατανοήσουν και να εργαστούν οφέλιμα τα παιδιά της Β΄ γυμνασίου μια και τα σχολικά εργαστήρια και εξοπλισμός δεν προσφέρονται για μεγαλύτερου βάθους έρευνες για ασφαλή και ορθά αποτελέσματα αλλά μόνο για εκμάθηση της φιλοσοφίας, της διαδικασίας και της σημασίας της έρευνας.

Ειδικά η βιβλιογραφική ανασκόπηση κρατήθηκε στο επίπεδο αναφοράς και εμνησίας των νέων εννοιών και γνώσεων που αποκτήθηκαν και όχι ως πλήρες συνεχές κείμενο για τους ίδιους λόγους.

ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΚΤΗΘΗΚΑΝ

Οι μαθητές μαθήτριες απέκτησαν τις πιο κάτω δεξιότητες:

Συνεργασίας και πληροφορίας:

Επιλογή, δημιουργία και διαχείριση διάφορων πηγών - μέσων όπως κείμενα, άρθρα, εικόνες, βίντεο, πειράματα...). Ομαδική εργασία, συντονισμός και συνεργασία με άλλα άτομα. Επιλογή αξιόπιστων πηγών.

Επικοινωνίας - Παρουσίασης:

Ανάγνωση και συγγραφή κειμένου, επιχειρηματολογία, εκμάθηση επιστημονικού λεξιλογίου και επιστημονικών εννοιών και ορολογίας. Παρουσίαση εργασίας σε ηλεκτρονική μορφή με την αξιοποίηση της τεχνολογίας.

Σκέψης και επίλυσης προβλημάτων (κριτική σκέψη):

Συγχρονισμός αντικειμένων με διάφορες ενέργειες, αλληλεπίδραση, αντίληψη ανατροφοδότηση, θεμελιώδης έννοιες. Στρατηγικές εργασίας και κριτικής σκέψης. Ανάπτυξη πολιτότητας και υπευθυνότητας. Θετικές τάσεις και στάσεις προς την ανθρωπότητα, το περιβάλλον και την αειφόρο ανάπτυξη.

Προσδιορισμού, διατύπωσης και επίλυσης προβλήματος:

Σύλληψη ιδέας, διαχωρισμός του προβλήματος σε βήματα και εφαρμογή σε πειραματικές διαδικασίες.

Δημιουργικότητας:

Επιδίωξη πρωτότυπων λύσεων σε διάφορα προβλήματα που προκύπτουν από τις καθημερινές αλλαγές. Εκτίμηση της συμβολής της επιστήμης της χημείας προς την επίλυση παγκόσμιων και τοπικών προβλημάτων της καθημερινότητας.

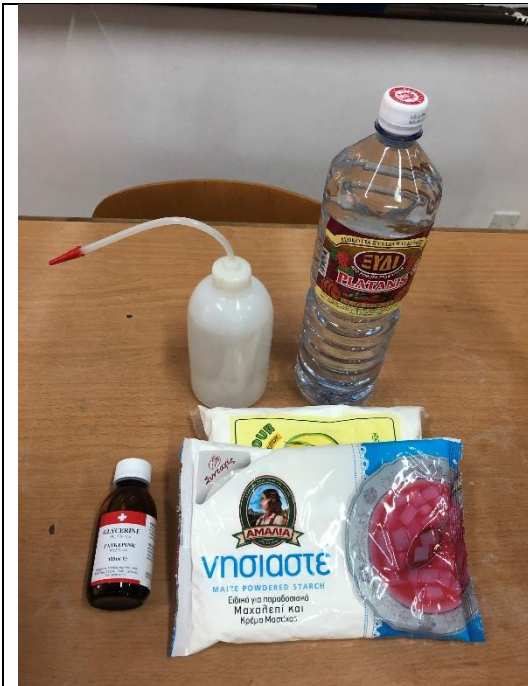
Διαπροσωπικές και ενδοπροσωπικές: Ανταλλαγή πληροφοριών και απόψεων, ενεργοποίηση εσωτερικών κινήτρων, διαχείριση απογοήτευσης ή πρόκλησης, υπευθυνότητα, προσαρμοστικότητα, κοινωνική ευθύνη.

Επιστημονικές: Γνωστικές, και πειραματικές-πρακτικές δεξιότητες μεθοδολογίας εργασίας, έρευνας όπως και δεξιότητες της επιστημονικής μεθόδου: υπόθεση, πείραμα, παρατήρηση, συμπέρασμα.

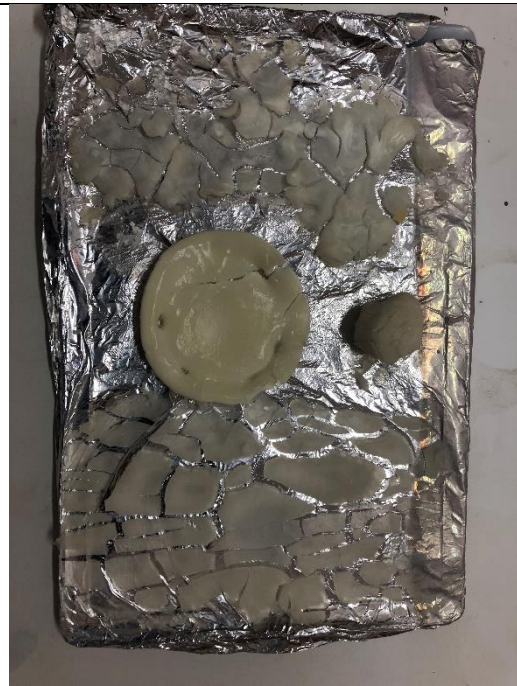
Πειραματικές - Εργαστηρίου:

Χρήση και εξοικείωση με τα εργαστηριακά όργανα και σκεύη όπως και διαχείριση υλικών κατά την πειραματική διαδικασία. Τήρηση και σημασία των κανόνων ασφαλείας και των εικονογραμάτων στο εργαστήριο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



Πρώτες ύλες παρασκευής βιοδιασπώμενων πλαστικών.



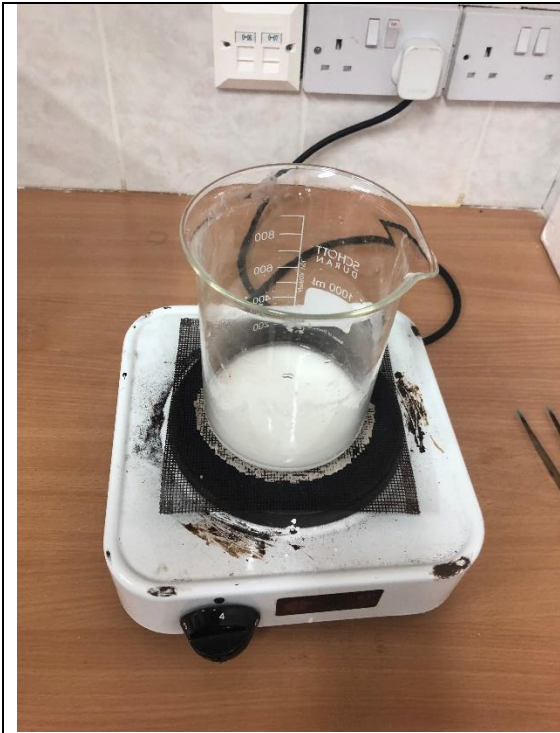
Μέθοδος 1: Το κρεμώδες υλικό που παράχθηκε στην πρώτη απόπειρα.



Μέθοδος 2: Ζύγισμα του νισεστέ.



Η ερευνητική ομάδα των μαθητών/τριών του γυμνασίου.



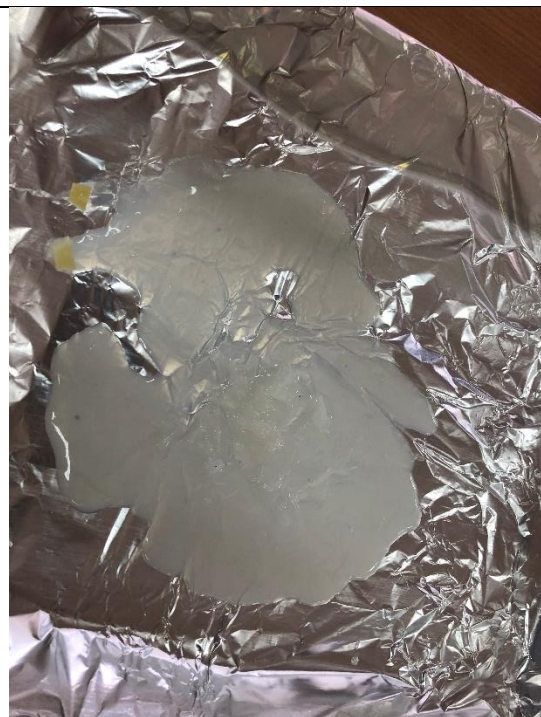
Μέθοδος 3: Θέρμανση των πρώτων υλών για την παρασκευή βιοπλαστικού από καλαμποκάλευρο.



Τελική φάση θέρμανσης του μίγματος και παραγωγή του βιοπλαστικού.



Το τελικό προϊόν – πλαστικό.



Προσπάθεια μορφοποίησης πλαστικού προς ξήρανση.



Καθάρισμα κολοकाσιού...



...και πατάτας.



Τρίψιμο κολοκασιού για διάσπαση των κυττάρων εξαγωγή των «χυμών».



Πολτοποίηση με προσθήκη νερού λόγω σκληρότητας.



Διήθηση...



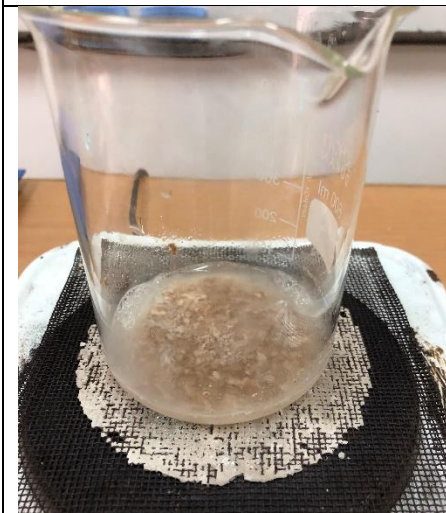
Το διήθημα από το κολοκάσι!



Το απομονωμένο «άμυλο» κολοκασιού.



Το αποξηραμένο άμυλο κολοκασιού.



Θέρμανση του μίγματος πλαστικοποίησης κολοκασιού.



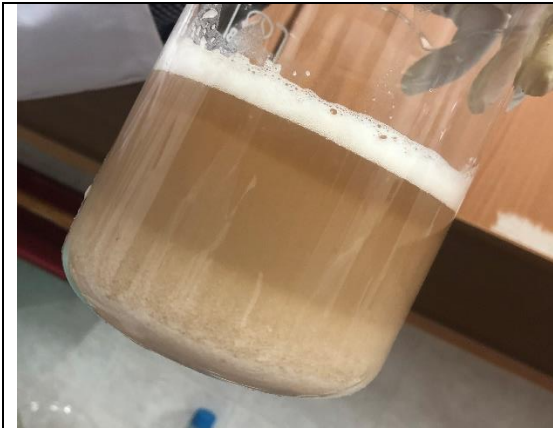
Βιοπλαστικό από κολοκάσι.



Διήθηση πολτού πατάτας.



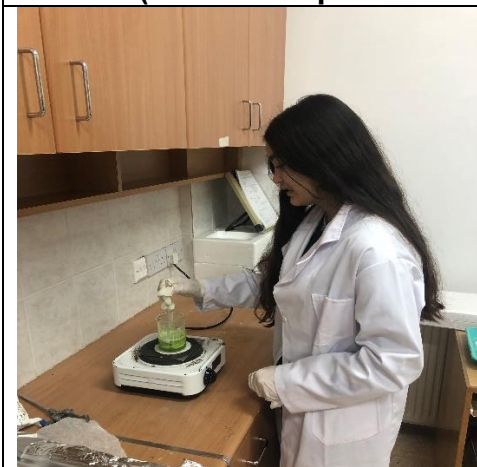
Διήθημα πατάτας.



Απομόνωση αμύλου από την πατάτα (κατακάθιση).



Άχρωμο βιοπλαστικό από πατάτα.



Θέρμανση μίγματος με προσθήκη χρώματος.



Πράσινο βιοπλαστικό από πατάτα.



Προς φυσική ξήρανση...



Το τελικό «πράσινο» προϊόν!



Έλεγχος διαλυτότητας (διάσπασης) στο νερό.



...Μετά από 1 εβδομάδα...



... Μετα από εβδομάδες...



Διάσπαση του βιοπλαστικού από πατάτα στο νερό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. Βάρβογλης (1986). *Χημεία Οργανικών ενώσεων*. Θεσσαλονίκη: Παρατηρητής
- Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων Μέσης Εκπαίδευσης (2012). *Χημεία Κοινός Κορμός Β' Ενιαίου Λυκείου*, Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων Μέσης Εκπαίδευσης (2017). *Χημεία Β' Γυμνασίου*, Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων Μέσης Εκπαίδευσης (2017). *Χημεία Γ' Γυμνασίου*, Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Χημεία Α' Λυκείου, Διόφαντος, Αθήνα (2017)
- Υπηρεσία Ανάπτυξης Προγραμμάτων Μέσης Εκπαίδευσης. (2012) *Χημεία Κοινός κορμός Β' Λυκείου*, (κεφάλαια 6,7 και 10) ΥΠΠΚ
- ΦΑΚΕΛΟΣ ΓΙΑ ΠΡΟΪΟΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΟΝΟΜΑΣΙΑΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ (ΠΟΠ) "ΚΟΛΟΚΑΣΙ ΣΩΤΗΡΑΣ" και "ΚΟΛΟΚΑΣΙ-ΠΟΥΛΛΕΣ ΣΩΤΗΡΑΣ" Προδιαγραφές προϊόντος (άρθρο 7, Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1151/2012)
[http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/FE9A90EB4A75497BC22583A9003E9C46/\\$file/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%9A%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AC%CF%83%CE%B9%20%CE%A3%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82%20%20%CE%9A%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AC%CF%83%CE%B9%20%CE%A0%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%BB%CE%B5%CF%82%20%CE%A3%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/FE9A90EB4A75497BC22583A9003E9C46/$file/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%82%20%CE%9A%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AC%CF%83%CE%B9%20%CE%A3%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82%20%20%CE%9A%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%BA%CE%AC%CF%83%CE%B9%20%CE%A0%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%BB%CE%B5%CF%82%20%CE%A3%CF%89%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82.pdf)
- Κατερινοπούλου Αικατερίνη, (2017) Ανάπτυξη Καινοτόμων Βιοδιασπώμενων Υβριδικών Υλικών με χρήση Ανανεώσιμων Πρώτων Υλών. ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΤΜΗΜΑ ΔΕΑΠΤ (Σελ. 48-49 και 54)
[https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/10855/6/Nemertes_Katerinopoulou\(agr\).pdf](https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/10855/6/Nemertes_Katerinopoulou(agr).pdf)
- RSC, Advancing the chemical science, Making a plastic from potato starch (2016)
- ResinexNews. (2018). Βιοπλαστικά– μια σημαντική τρέχουσα τάση
https://www.resinex.gr/RX%20News%202018_12%20Bioplasty_GR.pdf
- Euso Postdam. (2007, Μάρτιος 29). Τα πάντα γύρω από το άμυλο.
http://ekfe.mag.sch.gr/panyropaikos_euso_2007_2.pdf
- Stiltricotazh. (2019, Απρίλης 15). Πού είναι η γλυκερίνη. Τι είναι η γλυκερίνη; Ιδιότητες, παραγωγή, χρήση και τιμή γλυκερίνης
<https://stiltricotazh.ru/el/maski/where-is-the-glycerin-what-is-glycerin/>
- Φιλελεύθερος. (2019, Σεπτέμβρης 29). Προς πλήρη απαγόρευση της Πλαστικής σακούλας.
<http://www.philenews.com/koinonia/eidiseis/article/742957/pros-pliri-apagrefsi-tis-plastikis-sakoylas>
- Science wiki. Πρώτες Ύλες, Ακατέργαστα Υλικά
https://science.fandom.com/el/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%8E%CF%84%CE%B7_%CE%8E%CE%BB%CE%B7
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%84%CE%B1>