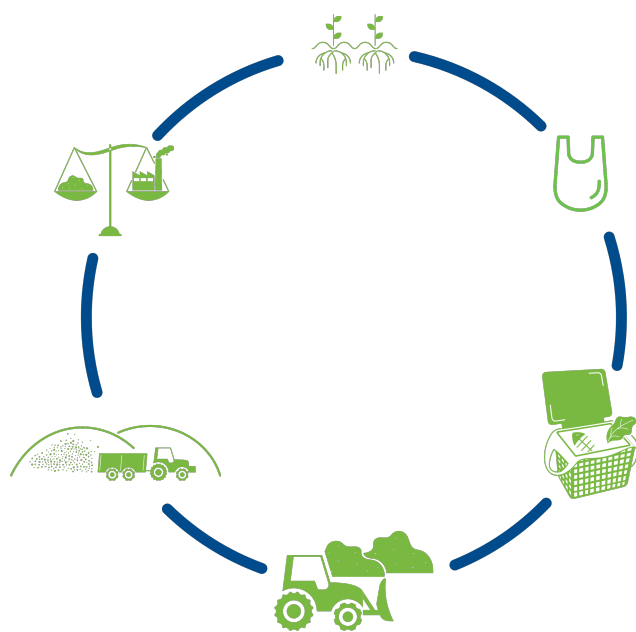


Βιοπλαστικό με βάση το άμυλο

Από το άμυλο, η επανάσταση που θα σώσει τη Γη



Περίληψη

Τα συμβατικά πλαστικά είναι επιβλαβή για το περιβάλλον, προέρχονται από το πετρέλαιο και είναι ανθεκτικά στη φυσική αποσύνθεση. Ωστόσο, τη δεκαετία του 1990, μια ομάδα Ιταλών επιστημόνων, υπό την καθοδήγηση της Catia Bastioli, πραγματοποίησε μια σημαντική ανακάλυψη. Ανέπτυξαν βιοδιασπώμενα πλαστικά, προσφέροντας μια διέξοδο από αυτόν τον μη βιώσιμο κύκλο. Τα βιοπλαστικά μπορούν να επεξεργαστούν όπως τα κανονικά πλαστικά, αλλά όταν απορρίπτονται σε έναν κοινό σωρό κομποστοποίησης, αποσυντίθενται μέσα σε λίγες εβδομάδες – αντί για τα εκατοντάδες χρόνια που απαιτούνται για τη διάσπαση των παραδοσιακών πλαστικών. Παραγόμενα από καλλιέργειες, τα βιοπλαστικά μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την κατανάλωση μη ανανεώσιμων πόρων. Το καινοτόμο βιοπλαστικό της Catia Bastioli αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της επανάστασης. Αποτελεί τη βάση για οικολογικές λύσεις σε μια ποικιλία καθημερινών αντικειμένων: από σακούλες μεταφοράς και κάδους οργανικών απορριμμάτων μέχρι συσκευασίες για φρέσκα προϊόντα, χαρτί, ποτήρια, χαρτοπετσέτες, πιάτα και σκεύη, συμπεριλαμβανομένων αυτών που χρησιμοποιούνται για το παγωτό. Τα βιοπλαστικά

KEY TERMS

Biodegradability: the ability of the substances and organic materials to be degraded into simpler substances through the enzymatic activity of microorganisms.

Compostability: the ability of an organic material to transform into compost through the composting process.

Starch: a complex carbohydrate found in plants, composed of glucose molecules linked together in long chains. It serves as a primary energy storage molecule in plants and is hydrolyzed into glucose for energy production.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

προάγουν μια συμβιωτική σχέση με τη φύση, καθώς είναι πλήρως βιοδιασπώμενα και κομποστοποιήσιμα. Αποτελούν απόδειξη ότι μέσω της έρευνας για τη δημιουργία ανανεώσιμων υλικών, μπορούν να παραχθούν προϊόντα βιοδιασπώμενα και κομποστοποιήσιμα με σεβασμό στο περιβάλλον!

Εισαγωγή

Τα παραδοσιακά πλαστικά που βασίζονται στο πετρέλαιο δεν είναι βιοδιασπώμενα. Αν καούν, απελευθερώνουν τοξικές ουσίες, όπως πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες και διοξίνες. Επιπλέον, λόγω της μη πολικής τους φύσης, μπορούν να συσσωρευτούν στον λιπώδη ιστό. Για αυτόν τον λόγο, αναπτύχθηκε η σύνθεση βιολογικών πλαστικών, δηλαδή βιοπολυμερών που προέρχονται από φυτά (από άμυλο καλαμποκιού, πατάτας ή σιταριού, καθώς και από γεωργικά απόβλητα). Ακριβώς επειδή είναι βιολογικής προέλευσης, τα βιοπλαστικά είναι κομποστοποιήσιμα, δηλαδή μπορούν να τοποθετηθούν σε κάδους οργανικών απορριμμάτων για να υποβληθούν σε επεξεργασία, κατά την οποία μετατρέπονται σε κομπόστ, που χρησιμοποιείται ως λίπασμα.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία, για να χαρακτηριστεί ένα υλικό ως κομποστοποιήσιμο, πρέπει να είναι κατά 90% βιοδιασπώμενο μέσα σε 6 μήνες και να μην απελευθεώνει βαρέα μέταλλα. Για να κατανοήσουμε καλύτερα την κυκλικότητα της διαδικασίας, μπορούμε να πούμε ότι τα φυτά, μέσω της φωτοσύνθεσης με χλωροφύλλη, παράγουν γλυκόζη, η οποία θα μετατραπεί ενζυμικά σε άμυλο. Επομένως, το άμυλο είναι μια θεμελιώδης πηγή ενέργειας για τα φυτικά κύτταρα και αποτελεί επίσης τροφή για τον άνθρωπο (χωνεύεται με τη βοήθεια του ενζύμου αμυλάση).

Χημικά, τα μόρια του αμύλου αποτελούνται από δύο κύρια συστατικά: την αμυλόζη και την αμυλοπηκτίνη. Η αμυλόζη αποτελείται από γραμμικές αλυσίδες μονάδων γλυκόζης συνδεδεμένες με γλυκοζιτικούς δεσμούς τύπου α-1,4, ενώ η αμυλοπηκτίνη περιέχει διακλαδισμένες αλυσίδες με περιστασιακούς γλυκοζιτικούς δεσμούς τύπου α-1,6, γεγονός που διευκολύνει τη μεγαλύτερη διαλυτότητα και ενζυμική αποδόμησή της σε σύγκριση με την αμυλόζη.

Το άμυλο αποτελεί βασική πηγή ενέργειας τόσο για τα φυτά όσο και για τα ζώα, καθώς υδρολύεται από ένζυμα όπως η αμυλάση σε απλούστερα σάκχαρα, όπως η γλυκόζη, τα οποία στη συνέχεια μεταβολίζονται για να παρέχουν ενέργεια στις κυτταρικές διεργασίες. Εκτός από τον ρόλο του ως ενεργειακό απόθεμα, το άμυλο λειτουργεί επίσης ως δομικό συστατικό σε ορισμένους φυτικούς ιστούς, συμβάλλοντας στη στιβαρότητα και την υφή τους.

Μέθοδοι

Τα βιοπλαστικά μπορούν να παραχθούν από άμυλο μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται πλαστικοποίηση. Σε αυτή τη διαδικασία, το άμυλο εξάγεται πρώτα από φυτικές πηγές, όπως το καλαμπόκι, οι πατάτες ή η μανιόκα. Στη συνέχεια, το άμυλο αναμειγνύεται με πλαστικοποιητές, δηλαδή ουσίες που βοηθούν το άμυλο να γίνει πιο εύκαμπτο και εύπλαστο.

Αφού το άμυλο πλαστικοποιηθεί, μπορεί να επεξεργαστεί χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως η εξώθηση ή η χύτευση με έγχυση για τη δημιουργία διαφόρων σχημάτων και προϊόντων, παρόμοια με τις παραδοσιακές διαδικασίες παραγωγής πλαστικών. Αυτά τα προϊόντα βιοπλαστικών μπορούν να περιλαμβάνουν υλικά συσκευασίας, σκεύη και επιτραπέζια σκεύη μίας χρήσης.

Μία κοινή μέθοδος για την παραγωγή βιοπλαστικών από άμυλο περιλαμβάνει την ανάμειξη του αμύλου με άλλους βιοδιασπώμενους πολυμερείς, όπως το πολυγαλακτικό οξύ (PLA), για τη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων και της απόδοσής του. Αυτό το μείγμα μπορεί στη συνέχεια

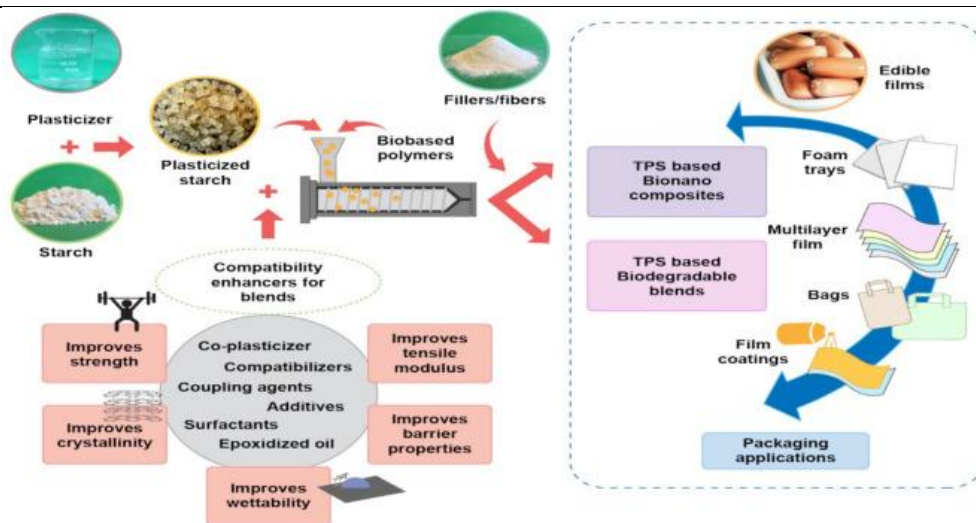
να επεξεργαστεί σε προϊόντα βιοπλαστικών με αυξημένη ανθεκτικότητα και λειτουργικότητα, διατηρώντας παράλληλα τη βιοδιασπασιμότητα και τον φιλικό προς το περιβάλλον χαρακτήρα των υλικών που βασίζονται στο άμυλο.

Women in STEM - Facts about the author.

Χημικός, επιστήμονας και επιχειρηματίας, Διευθύνουσα Σύμβουλος του Ομίλου Novamont, μιας ιταλικής βιομηχανικής και καινοτόμου εταιρείας, παγκόσμιας ηγέτιδας στην ανάπτυξη βιοπλαστικών και βιοχημικών από ανανεώσιμες πηγές σύμφωνα με το μοντέλο της κυκλικής βιοοικονομίας.

Έχει διατελέσει και συνεχίζει να είναι μέλος σημαντικών ομάδων εργασίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την κλιματική αλλαγή, το περιβάλλον και τη βιοοικονομία, όπως το Bioeconomy Panel, το High-Level Panel on Decarbonization Pathways Initiative και, επί του παρόντος, το Mission Board on Soil Health and Food.

Είναι επίσης Πρόεδρος του Εθνικού Τεχνολογικού Cluster για την Πράσινη Χημεία SPRING (από το 2014). Είναι εφευρέτρια πολυάριθμων οικογενειών πατεντών στον τομέα των βιοπολυμερών και των διαδικασιών μετατροπής



Η διαδικασία πλαστικοποίησης

Η διαδικασία πλαστικοποίησης του αμύλου περιλαμβάνει τη μετατροπή του αμύλου από την αρχική κοκκώδη μορφή του σε ένα εύκαμπτο και εύπλαστο υλικό κατάλληλο για χρήση στην παραγωγή βιοπλαστικών. Αυτή η διαδικασία συνήθως περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

1. **Εξαγωγή αμύλου:** Το άμυλο αρχικά εξάγεται από φυτικές πηγές, όπως καλαμπόκι, πατάτες ή μανιόκα. Η εξαγωγή περιλαμβάνει την άλεση ή την κοπή της πρώτης ύλης για την απελευθέρωση των κόκκων αμύλου, ακολουθούμενη από μια διαδικασία διαχωρισμού για την απομόνωση του αμύλου από τα υπόλοιπα συστατικά του φυτού.
2. **Ζελατινοποίηση:** Το εξαγόμενο άμυλο στη συνέχεια υποβάλλεται σε ζελατινοποίηση, μια διαδικασία κατά την οποία οι κόκκοι αμύλου θερμαίνονται παρουσία νερού. Κατά τη ζελατινοποίηση, οι κόκκοι αμύλου απορροφούν νερό και διογκώνονται, χάνοντας τη κρυσταλλική τους δομή και αποκτώντας μια άμορφη μορφή. Αυτό αυξάνει το ιξώδες του μείγματος αμύλου-νερού, σχηματίζοντας μια παχύρρευστη ουσία που μοιάζει με γέλη.
3. **Προσθήκη πλαστικοποιητή:** Πλαστικοποιητές, που είναι συνήθως μικρά μόρια, όπως η γλυκερίνη ή η σορβιτόλη, προστίθενται στο ζελατινοποιημένο άμυλο για να βελτιώσουν την ευκαμψία και την επεξεργασιμότητά του. Οι πλαστικοποιητές λειτουργούν ως λιπαντικά, μειώνοντας τις διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του αμύλου και επιτρέποντάς τους να κινούνται πιο εύκολα.
4. **Ανάμειξη και ομογενοποίηση:** Το μείγμα πλαστικοποιητή-αμύλου αναμειγνύεται και ομογενοποιείται πλήρως για να εξασφαλιστεί η ομοιόμορφη κατανομή του πλαστικοποιητή

μέσα στη μήτρα του αμύλου. Αυτό το βήμα είναι κρίσιμο για την επίτευξη σταθερών μηχανικών ιδιοτήτων και απόδοσης στο τελικό προϊόν βιοπλαστικού.

5. **Επεξεργασία:** Το πλαστικοποιημένο άμυλο μπορεί πλέον να υποβληθεί σε επεξεργασία χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνικές, όπως εξώθηση, χύτευση με έγχυση ή συμπιεστική χύτευση. Κατά την επεξεργασία, το πλαστικοποιημένο άμυλο θερμαίνεται και διαμορφώνεται στη ζητούμενη μορφή, όπως φιλμ, φύλλα ή καλούπια.
6. **Ψύξη και στερεοποίηση:** Αφού πάρει το επιθυμητό σχήμα, το βιοπλαστικό υποβάλλεται σε ψύξη και στερεοποίηση για να σταθεροποιηθεί η δομή του και να κλειδώσει το σχήμα του. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη σταδιακή ψύξη του υλικού σε θερμοκρασία δωματίου ή την ταχεία ψύξη, ανάλογα με τις συγκεκριμένες συνθήκες επεξεργασίας και απαιτήσεις.

Conclusions

Biodegradable bioplastics derived from starch offer a sustainable alternative to conventional plastics, addressing environmental concerns associated with plastic waste. These innovative materials are produced through the transformation of starch, a readily available carbohydrate found in plants such as corn, potatoes, and cassava.

Starch-based bioplastics are manufactured by extracting starch from plant sources and then processing it into a polymer matrix. This matrix can be further modified and enhanced with additives to improve its mechanical properties, such as strength, flexibility, and thermal stability. Biodegradable additives may also be incorporated to facilitate the breakdown of the material once it is discarded.

--	--

Πηγές:

- <https://www.youtube.com/watch?v=H-RtDs2AZEQ>
- https://www.youtube.com/watch?v=llH_rOwRzd8
- <https://www.novamont.com/mater-bi>
- <https://materbi.com/>
- Aarsha Surendren, Amar K. Mohanty, Qiang Liu, Manjusri Misra, *A review of biodegradable thermoplastic starches, their blends and composites: recent developments and opportunities for single-use plastic packaging alternatives*, Green Chemistry **24** (22), 8606-8636, 2022.
ISSN 1463-9262, <https://doi.org/10.1039/d2gc02169b>
- Catia Bastioli, Paolo Magistrali, Sebastià Gestí Garcia, *Starch-based technology*, Chapter 8, Handbook of Biodegradable Polymers, 2020, DOI: 10.1515/9781501511967-008

Ερωτήσεις Αναστοχασμού

(Με έντονη γραφή η σωστή απάντηση)

1. Ποιο είναι το κύριο πλεονέκτημα των βιοπλαστικών έναντι των συμβατικών πλαστικών;
α. Χαμηλότερο κόστος παραγωγής
β. Ταχύτερος ρυθμός αποσύνθεσης
γ. Καλύτερη αντοχή
δ. Υψηλότερη ανθεκτικότητα
2. Από ποια υλικά παράγονται συνήθως τα βιοπλαστικά;
α. Πετρέλαιο
β. Μέταλλα
γ. Καλλιέργειες όπως καλαμπόκι και πατάτες
δ. Συνθετικά χημικά
3. Ποια διαδικασία μετατρέπει το άμυλο σε εύκαμπτο υλικό για βιοπλαστικά;
α. Πολυμερισμός
β. Βουλκανισμός
γ. Πλαστικοποίηση
δ. Υδρόλυση
4. Ποιος είναι ο ρόλος των πλαστικοποιητών στην παραγωγή βιοπλαστικών;
α. Να αυξάνουν τη στιβαρότητα
β. Να κάνουν το άμυλο πιο εύκαμπτο και εύπλαστο
γ. Να ενισχύουν το χρώμα
δ. Να αυξάνουν τη βιοδιασπασιμότητα
5. Ποιο από τα παρακάτω είναι βασικό συστατικό του αμύλου που το καθιστά χρήσιμο για τα βιοπλαστικά;
α. Κυτταρίνη
β. Αμυλόζη
γ. Λιγνίνη
δ. Ημικυτταρίνη

Τίτλος Σχεδίου Μαθήματος

Κατανόηση Βιοπλαστικών με Βάση το Άμυλο

Στόχοι

- Οι μαθητές θα κατανοήσουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των συμβατικών πλαστικών και τα οφέλη των βιοπλαστικών.
- Θα μάθουν τη διαδικασία παραγωγής βιοπλαστικών από πατάτες και τις εφαρμογές τους.

Υλικά

- Αντίγραφα του άρθρου " π μ , π π "
- Δείγματα συμβατικών πλαστικών και βιοπλαστικών με βάση το άμυλο
- Βίντεο: " π μ "

Εργαστηριακός εξοπλισμός για το πείραμα:

- Πατάτες
- Λευκό ξύδι
- Γλυκερίνη
- Απεσταγμένο νερό
- Εστία θέρμανσης
- Εργαλεία ανάμειξης
- Καλούπια
- Μεζούρες
- Χαρτί ψησίματος

Εισαγωγή (15 λεπτά)

Hook:

- Προβολή σύντομου βίντεο ή παρουσίασης με εικόνες πλαστικής ρύπανσης παγκοσμίως.

Συζήτηση:

- Ρωτήστε τους μαθητές τι γνωρίζουν για την πλαστική ρύπανση και τον αντίκτυπό της στο περιβάλλον.

Παρουσίαση:

- Εισάγετε την έννοια των βιοπλαστικών και τη σημασία τους, αναφερόμενοι στο άρθρο.

Δραστηριότητα: Παρασκευή Βιοπλαστικού από Πατάτες (30 λεπτά)

Ανάγνωση (10 λεπτά):

- Ομαδική Δραστηριότητα:
 - Οι μαθητές διαβάζουν το άρθρο " π μ , π π " σε μικρές ομάδες.
 - Κάθε ομάδα συζητά τα βασικά σημεία του άρθρου και ετοιμάζει μια σύντομη περίληψη.

Πείραμα (20 λεπτά):

Υλικά:

- 1 πατάτα

- 10 mL απεσταγμένο νερό
 - 1 mL λευκό ξύδι
 - 1,5 γραμμάρια άμυλο πατάτας
 - 0,5 γραμμάρια γλυκερίνη
 - Εστία θέρμανσης
 - Εργαλεία ανάμειξης
 - Μεζούρες
 - Χαρτί ψησίματος
 - Καλούπια για τη διαμόρφωση του βιοπλαστικού
-

Διαδικασία:

1. Εξαγωγή αμύλου από την πατάτα:
 - ο Τρίψτε την πατάτα σε μικρά κομμάτια.
 - ο Τοποθετήστε τα τριμμένα κομμάτια σε ένα μπολ με νερό και ανακατέψτε για να απελευθερωθεί το άμυλο.
 - ο Διηθήστε το μίγμα μέσω ενός σουρωτηριού για να διαχωρίσετε τα κομμάτια πατάτας από το νερό που περιέχει άμυλο.
 - ο Αφήστε το νερό να καθίσει και απομακρύνετε το πάνω μέρος, κρατώντας το άμυλο που έχει κατακαθίσει.
 2. Παρασκευή του μίγματος βιοπλαστικού:
 - ο Ζυγίστε 1,5 γραμμάρια του εξαγόμενου αμύλου.
 - ο Συνδυάστε 10 mL απεσταγμένου νερού, 1 mL λευκού ξιδιού, 1,5 γραμμάρια αμύλου και 0,5 γραμμάρια γλυκερίνης σε μια κατσαρόλα.
 - ο Ανακατέψτε το μίγμα μέχρι να ομογενοποιηθεί.
 3. Θέρμανση του μίγματος:
 - ο Θερμάνετε το μίγμα σε μια εστία, ανακατεύοντας συνεχώς.
 - ο Βράστε το μίγμα μέχρι να γίνει διαυγές και παχύρευστο.
 4. Διαμόρφωση του βιοπλαστικού:
 - ο Ρίξτε το παχύρρευστο μίγμα σε χαρτί ψησίματος.
 - ο Διαμορφώστε το στο επιθυμητό σχήμα χρησιμοποιώντας καλούπια ή με το χέρι.
 - ο Αφήστε το να κρυώσει και να στερεοποιηθεί πλήρως.
-

Παρατήρηση:

- Συγκρίνετε τις ιδιότητες του βιοπλαστικού που φτιάχτηκε με δείγματα συμβατικών πλαστικών.
-

Συζήτηση (15 λεπτά)

Ομαδικές Παρουσιάσεις:

- Κάθε ομάδα παρουσιάζει την περίληψή της για το άρθρο και τις παρατηρήσεις της από το πείραμα.
- Συζητήστε τυχόν ερωτήσεις σχετικά με τη διαδικασία και τα οφέλη των βιοπλαστικών.