**STEAM aktivitāte: Vieds un videi draudzīgs pārtikas iepakojums**

Katrs no mums, iespējams, nevar iztēloties dienu bez ­plastmasas lietošanas. Plastmasu plaši izmanto, jo tas ir lēts materiāls, tai ir labas īpašības un jo īpaši tāpēc, ka tai var piešķirt vissarežģītākās formas. Turklāt plastmasu var viegli pārstrādāt. Metālu aizstāšana ar plastmasu ­automobiļu, iekārtu, kosmiskās aviācijas un citās nozarēs ir ekonomiski izdevīga. Porainas plastmasas nodrošina labu siltuma un skaņas izolāciju. Dažas plastmasas tiek izmantotas orgānu protēžu, ­ķirurģisko šuvju un adhezīvu ­izgatavošanai.

Plastmasu īpašības nosaka tās polimēru struktūra. Polimēri ir lielas molekulas ar atkārtojošos struktūru. (Arī mūsu DNS molekulas ir polimēri.) Bieži vien par polimēru var domāt kā par ­ļoti tievu pavedienu. Atkārtotā struktūra plastmasu padara elastīgu. Piemērs ir gumija: izstiepjot gumiju, mēs iztaisnojam sajaukto polimēru, kas, gumiju atlaižot, atgriežas sākotnējā stāvoklī.

Plastmasa ir kļuvusi par mūsu ikdienas sastāvdaļu. Laika gaitā ir atklājušās arī tās negatīvās īpašības. Pirmkārt, plastmasa tiek ražota ­no naftas, kas ir ierobežots un ļoti lēni atjaunojams resurss. Tomēr vislielākās bažas rada tas, ka plastmasas izstrādājumi nesadalās tūkstošiem gadu. Tie tiek apglabāti poligonos, turklāt plastmasas sadedzināšana reti kad tiek veikta droši. Sadedzinot dažus plastmasas veidus (piemēram, polivinilhlorīda (PVC) plastmasu), izdalās ļoti toksiskas vielas - dioksīni. Dioksīni ļoti piesārņo gaisu un ūdeni, kā arī nonāk augos un dzīvniekos - cilvēki nav izņēmums. Katru gadu vairāk nekā 100 000 jūras zīdītāju un miljoniem putnu, un zivju iet bojā, jo tie ir iesprūduši izmestā plastmasā vai norijuši tās atliekas.

Pirmos komerciālos bioplastmasas izstrādājumus sāka ražot pirms 60 gadiem, lai risinātu plastmasas piesārņojuma problēmu. Bioplastmasas pamatā ir atjaunojams biomasas avots, piemēram, kukurūzas ciete, bumbieru ciete, augu ­eļļas un tauki, celuloze, želatīns (var izmantot arī cietes atlikumus vai kolagēnu saturošu pārtiku). Šāda viegli noārdāma bioplastmasa jau tiek izmantota pārtikas ­iepakojumos, kā izejviela vienreizlietojamiem galda piederumiem, kā arī pastāvīgi tiek atklāti arvien jauni tās pielietojumi.

Dažādas piedevas var piešķirt bioplastmasai negaidītas īpašības. Zinātnieki izstrādā viedos iepakojumus, kas patērētājiem var sniegt informāciju par izmaiņām iepakojumā, piemēram, par pārtikas bojāšanos. Sadaloties ar olbaltumvielām bagātiem pārtikas produktiem, piemēram, zivīm, vidē izdalās dažādi amīni. Šīm vielām piemīt pamatīpašības. Augu pigmentu - antocianīnu - šķīdumi maina krāsu atkarībā no vides skābuma. Antocianīnu krāsa mainās no zilas bāziskā vidē līdz sarkanai skābā vidē. Šī iemesla dēļ ar antocianīniem bagātinātie bioplastmasas materiāli, mainot krāsu, var sniegt norādi par tajos iepakoto pārtikas produktu derīguma termiņu.

Chart, bubble chart

Description automatically generated

1. attēls. Ar augu pigmentiem (antocianīniem) bagātināta bioplastmasas un tās krāsas izmaiņas, reaģējot uz jūras produktiem, kas uzglabāti dažādos apstākļos (A - 30 °C, B - 10 °C) (FF - zivis, FS - garneles, FC - kontroles paraugs). Lasīt vairāk: [COSTA, Leandro Araújo da, et al. "Smart film of jackfruit seed starch as a potential indicator of fish freshness." Food Science and Technology 41 (2020): 489-496.](https://www.scielo.br/j/cta/a/HkJfJdxsKD8g7BRC9S9nYhd/?format=html&lang=en).

Šajā aktivitātē mēs izgatavosim viedo bioplastmasu no želatīna ­(polimēra), pievienojot glicerīnu (plastifikatoru) un antocianīnu šķīdumu, ­kas, mainot krāsu, fiksē pH izmaiņas. Želatīns ir daļēji noārdīts kolagēna proteīns. Glicerīns palielina plastmasas elastību un pazemina temperatūru, kurā ­plastmasa sacietē. Piemēram, pievienojot plastifikatoru plastmasai, no kuras izgatavo caurules, tiek izgatavoti lietus mēteļi. Bioplastmasām, kas ­izgatavotas no atšķirīgi reaģējošām vielām vai ar dažādiem pievienoto reaģentu daudzumiem, piemīt savādākas fizikālās īpašības. Šīs fizikālās īpašības nosaka, kur konkrēto bioplastmasu var izmantot. Sarkano kāpostu novārījums, kas ir bagātīgs ar antocianīniem, ne tikai piešķirs šai bioplastmasai krāsu, bet arī spēju noteikt vides pH, t. i., padarīs to par īstu viedo bioplastmasu!

**Mērķis:**

Izgatavot viedo bioplastmasu un noskaidrot tās īpašības.

|  |  |
| --- | --- |
| **Instrumenti bioplastmasas ražošanai:**  Želatīns, 17,5 g  Destilēts ūdens, 250 mL  Glicerīns, 5 mL  Etiķskābe 9%, 10 pilieni  Mērcilindri, 200 mL un 100 mL  Karstumizturīga vārglāze, 250 mL  Stikla nūjiņa  Pastēra pipetes vai 10 mL mērcilindrs  Paplāte ar gludu virsmu  Ūdens vanna sildīšanai  Svari  Sildāmā virsma  Sarkano kāpostu novārījums | **Instrumenti bioplastmasas pētniecīšanai**  Šķēres  Laboratorijas statīvs  Svari  Stieple  Lieli papīra klipši  Taimeris  Termometrs, kas mēra temperatūru virs 100 °C  Lineāls  Mikrometrs (pēc izvēles)  Polietilēna gabali salīdzināšanai  Amonjaka šķīdums (10%) (skolotājs pagatavo 1% amonjaka šķīdumu).  Mēģenes un mēģeņu statīvs. |

Bioplastmasas ražošana

1. Ūdens vannā uzkarsē ūdeni līdz 95 °C.
2. Nosver 17,5 g želatīna un ievieto to 250 mL karstumizturīgā vārglāzē.
3. Ar mērcilindru nomēra 180 mL destilēta ūdens un ielej vārglāzē ar želatīnu.
4. Vārglāzi pārnes uz 95 °C ūdens vannu un nepārtraukti maisa.
5. Kad šķīdums ir uzsilis līdz 95 °C, ar Pastēra pipeti iepilina tajā 5 mL glicerīna. Labi samaisa un karsē vēl 5 minūtes 95 °C temperatūrā.

**Uzmanību** - *ja veidojas putas, tās jānoņem un šķīdumu nedrīkst atkārtoti sildīt.*

1. Pievieno 20 mL sarkano kāpostu novārījuma un šķīdumu labi samaisa.
2. Sagatavo karstumizturīgu paplāti vai citu horizontālu virsmu bioplastmasas izklāšanai: vienai paplātes malai var pielīmēt līmlenti, atstājot malas atlocītas uz augšu. Tā bioplastmasu būs vieglāk noņemt, kad tā ir izžuvusi. Želatīna šķīdumu plānā slānī (mazāk nekā 3 milimetru biezumā) izlej uz tīras paplātes tā, lai neveidotos gaisa burbuļi, un atstāj nožūt.

**Uzmanību** - *centieties nepārvietot paplāti visā žūšanas laikā. Žūšana var ilgt līdz 3 dienām.*

1. Kad želatīna masa ir sausa, uzmanīgi noņem iegūto bioplastmasu no paplātes. Jūsu rokās ir viegli sadalāma viedā bioplastmasa.

Bioplastmasas pētīšana: bioplastmasas un polietilēna blīvuma salīdzinājums

1. Izgriež vienāda lieluma gabalus no polietilēna un sava bioplastmasas materiāla (izmērs jāizvēlas atbilstoši jūsu rīcībā esošajiem traukiem. Piemēram, ja jums ir ne vairāk kā 100 mL lieli mērcilindri, jums jāizgriež aptuveni 10 x 10 cm plastmasas gabals). Pieraksta izgriezto gabalu izmērus.
2. Nosver abu materiālu gabalus, un pieraksta to masas.
3. Piepilda 100 mL mērcilindru ar tieši 80 mL destilēta ūdens. Iegremdē tajā ­plastmasu un nosaka precīzu sistēmas tilpumu. **Uzmanību!** *Plastmasai jābūt pilnībā iegremdētai ūdenī - tikai tad eksperimenta dati būs precīzi.*
4. No iegūtajiem datiem aprēķina abu plastmasu blīvumu. Kurš no tiem ir blīvāks? Kāds ir vidējais pagatavotās bioplastmasas biezums?

Bioplastmasas pētīšana: bioplastmasas un polietilēna elastības salīdzinājums

1. Nogriež vienāda izmēra bioplastmasas un polietilēna sloksnes, piemēram, 10 x 3 cm.
2. Nosaka stieples, atsvara un papīra klipša masas, un saskaita tās kopā (*m)*. Ieteicamais svars ir lielāks nekā 80 g.
3. Ar lineālu izmēra bioplastmasas sloksnes platumu. Izmantojot bioplastmasas vidējo biezumu (vai, ja jums ir mikrometrs, izmēriet iegūtās sloksnes biezumu), aprēķina šķērsgriezuma laukumu (*S0* ).
4. Lentes augšējo daļu iestiprina laboratorijas statīva turētājā, bet papīra klipsi piestiprina lentes apakšējai daļai. Lai lentei varētu piestiprināt atsvarus, no stieples izveido āķi. Nomēra sloksnes garumu (l0 ), atstājot pielikto svaru.
5. Piestiprina izvēlēto atsvaru pie izveidotā āķa un pēc dažām minūtēm nomēra bioplastmasas lentes garuma izmaiņu (Δl). Šādā veidā izmantojiet 3-4 dažādas masas atsvarus, katru reizi nomērot plastmasas lentes garuma izmaiņas.
6. Aprēķina bioplastmasas Junga moduli, izmantojot doto formulu:

, kur:

*E* - Junga modulis (Pa)

*m* - kopējā piestiprinātā svara masa (kg)

*g* ir brīvā kritiena paātrinājums (m/s2 )

- šķērsgriezuma laukums, uz kuru iedarbojas spēks (m2 )

- sākotnējais garums (m)

- garuma izmaiņas

1. Veiciet līdzīgus mērījumus ar polietilēna lentu. Kādas atšķirības un līdzības pamanāt? ­Kurš no tiem ir elastīgāks?

Bioplastmasas pētīšana: *bioplastmasas šķīdības testēšana ūdenī*

1. Nosver 3 vienāda izmēra bioplastmasas gabalus (piemēram, 2 cm x 2 cm).
2. Paņem 3 vārglāzes: pirmajā vārglāzē ielej aukstu ūdeni, otrajā vārglāzē - karstu, bet trešajā vārglāzē - tikpat daudz auksta ūdens, kam pievieno 10 pilienus 9% etiķskābes šķīduma un samaisa. Katrā vārglāzē izmēra temperatūru katrā. Vārglāzes marķē ar ūdensnoturīgu marķieri.
3. Sagatavotajās vārglāzēs ievieto vienu bioplastmasas gabaliņam.
4. Sagatavotajās vārglāzēs ievieto vienu bioplastmasas gabaliņu un, izmantojot taimeri, nosaka šķīšanas laiku. Kurā vārglāzē bioplastmasa izšķīdīs visātrāk? Kurš izšķīdīs vislēnāk? Kādus secinājumus var izdarīt par bioplastmasas stabilitāti?

Bioplastmasas pētīšana: *bioplastmasas noārdīšanās augsnē izpēte*

Lai izvairītos no neskaidrībām par to, kas ir bioloģiski noārdāma plastmasa, Eiropā ir pieņemts standarts EN 13432. Saskaņā ar šo standartu materiālu var uzskatīt par bioloģiski noārdāmu, ja, pakļaujot mikroorganismu iedarbībai, vismaz 90 % no tā masas pārvēršas par C02 mazāk nekā 6 mēnešu laikā. Šajā pētījumā mēs novērtēsim bioplastmasas un polietilēna stāvokli pēc 7 dienām augsnē.

1. Izgriež izgatavotās bioplastmasas paraugu un nosver to.
2. Paraugu ierok augsnē, 10 cm dziļumā. Atzīmē ierakuma vietu.
3. Nedēļu, katru dienu, pieraksta laikapstākļus un nomēra augsnes temperatūru ierakuma vietā.
4. Pēc 7 dienām paraugu izrok (ja tas nav pilnībā sadalījies) un nosver, to pēc iespējas labāk attīrot. Kā ir mainījies apglabātā bioplastmasas materiāla izskats un masa?

Bioplastmasas pētīšana: *bioplastmasas viedo īpašību izpēte*

Šajā daļā pārtikas sadalīšanos modelēsim ar amonjaka šķīdumu. Skolotājs jums iedos atšķaidītu 1% amonjaka šķīdumu. Strādāt labi vēdināmā telpā vai velkmes skapī.

1. Mēģeņu statīvā sagatavo 3-5 mēģenes, un katrā mēģenē pievieno 2 mL ūdens.

2. No bioplastmasas, kas krāsota ar antocianīniem, izgriež 2 x 2 cm gabaliņus. Jums būs nepieciešams tik daudz gabalu, cik ir mēģeņu. Pārliecinieties, ka ar nogrieztajiem gabaliņiem var pilnībā aizklāt mēģenes kakliņu.

3. Mēģenēs pievieno dažādu skaitu amonjaka šķīduma pilienu: 1, 2, 3, 5. Pilinot amonjaku, pārliecinieties, ka pilieni nepaliek uz mēģenes malām. Piefiksē, cik pilienu amonjaka ir katrā mēģenē.

4. Mēģeņu kakliņus pārklāj ar sagrieztajiem testējamās bioplastmasas gabaliņiem. Pārliecinieties, ka gabaliņi cits citam nepieskaras.

5. Pēc 10 minūtēm fiksē bioplastmasas gabaliņu krāsas izmaiņas. Ja krāsa nav mainījusies, atstājiet sistēmu uz ilgāku laiku vai pievienojiet tai papildus amonjaku.

*Vai jūsu bioplastmasa ir vieda? Vai tā ir pietiekami izturīga? Izplānojiet pētījumu, lai noskaidrotu, vai ar šo bioplastmasu var noteikt ātri bojājošos pārtikas produktus.*

|  |  |
| --- | --- |
| Antocianīni tiek pētīti arī Latvijā! Projekta mērķis ir izstrādāt sistēmu efektīvai antocianīnu ražošanai pārtikas rūpniecībai (pārtikas krāsvielas) un citiem lietojumiem, izmantojot biotehnoloģiskos procesus.  "Sistēmu un molekulārās bioloģijas metožu pielietošana augu izcelsmes enzīmu identificēšanai un to raksturošanai pielietojumam rūpnieciskos procesos" (ERAF Nr.1.1.1.2/VIAA/2/18/285). | A picture containing diagram  Description automatically generated |