# Elevmaterial – Del 1

## Syntes av bioplast från bananskal

### InLEDNING

Plastmaterial (plaster) består i huvudsak av artificiella polymerer som karakteriseras av hög molekylvikt. Eftersom plaster är enkla att processa och ger stora möjligheter att tillverka billiga produkter som höjer levnadsstandard och livskvalitet för många människor har de effektivt tagit plats på världsmarknaden. Beroende på råvara kan polymerer delas in i naturliga (t.ex. proteiner, polysackarider och DNA-molekyler) och artificiella eller syntetiska.

Petrokemi är en gren inom kemi som inkluderar tekniska processer och kemisk syntes av produkter från olja och naturgas för industriellt bruk. Idag produceras nästan alla polymermaterial av den petrokemiska industrin, vilket betyder att de produceras från fossil (icke-förnybar) råvara. Masskonsumtion av engångsprodukter tillverkade av plast, så som behållare, påsar och bestick, har resulterat i att mängden plastavfall ökar.

Till viss del kan bioplaster utgöra ett alternativ. Enligt nuvarande definition är bioplaster biologiskt nedbrytbara och/eller plaster tillverkade av förnyelsebar råvara. Detta inkluderar alltså plaster som inte är biologiskt nedbrytbara så länge de är tillverkade av förnyelsebar råvara, så som polyeten från sockerrör.

Beroende på råvara delas bioplaster in i:

1. bioplast från förnyelsebar råvara
2. bioplast från fossil råvara
3. bioplast från blandning av förnyelsebar och fossil råvara

Polymerer från förnyelsebar råvara kan delas in i följande tre kategorier:

1. polymerer direkt extraherade från biomassa: polysackarider, t.ex. stärkelse och cellulosa, eller proteiner, t.ex. kasein och gluten
2. polymerer producerade genom kemisk syntes av monomerer från förnyelsebara råvara, t.ex. polyeten.
3. polymerer tillverkade med hjälp av mikroorganismer eller genetiskt modifierade bakterier

Eftersom stärkelse är lättillgängligt, billigt, förnyelsebart och biologiskt nedbrytbart används det ofta för att producera bioplast. Det har gjorts många studier på stärkelse som en naturlig biopolymer. Stärkelse består av långa grenade kedjor av sammanlänkade glukosenheter; amylopektin och amylos, vilket ger en granulär struktur. I närvaro av mjukgörare och värme samt med mekanisk behandling kan stärkelse bete sig som en termoplast.

Om matavfall inte omhändertas på rätt sätt kan det innebära en belastning för miljön. Att konstruera en typ av bioraffinaderiplattform för matavfall skulle därför kunna vara ett idealiskt alternativ (t.ex. att producera förädlade produkter samtidigt som man minskar mängden avfall). Som en följd skulle detta kunna minska produktionskostnaderna för biologiskt nedbrytbar plast, jämfört med traditionella produktionssätt som använder överprissatta rena substrat (t.ex. glukos).

Bananskal är ett av de vanligaste avfallen med högt stärkelseinnehåll. I vissa delar av världen är omhändertagandet av bananskalsavfall ett problem, särskilt i industrier som producerar bananprodukter som banankakor, bananchips, etc. Dessa industrier använder själva bananköttet som råvara och medan skalet saknar användningsområde.

Bananskal innehåller en hög andel (cirka 18,5 %) stärkelse. När bananskalen mognar ökar glukoshalten genom att stärkelse bryts ned. Därför kan bananskal som inte är för mogna användas som en lämplig råvara för att producera bioplast.

### Utrustning

* bägare, 100 mL
* droppipett
* glasstav
* petriskål
* spatel
* elektrisk värmare
* stavmixer

### Kemikalier

* 3 bananskal
* 60 mL vatten
* 0,2 M natriumdisulfitlösning (natriummetabisulfit/natriumpyrosulfit), Na2S2O5
* 3 mL 0.5 M saltsyralösning, HCl
* 2 mL glycerol
* 3 mL 0.5 M natriumhydroxidlösning, NaOH

### SÄKERHETSINFORMATION

Obligatorisk skyddsutrustning: labbrock och skyddsglasögon. Innan du börjar är det nödvändigt att noggrant läsa instruktionerna för att kunna arbeta på ett säkert sätt. Avfallet ska hanteras på rätt sätt/enligt beskrivning i riskbedömning eller läraranvisning.



### Genomförande

#### Beredning av bananskalsmassa

1. Skär bananskal i små bitar och lägg i 0,2 M natriumdisulfitlösning. Låt ligga i 45 minuter. Detta förlänger den biologiska nedbrytningstiden för plasten, eftersom natriumdisulfit är en antioxidant och konserveringsmedel.
2. Tillsätt bananskalen i kokande destillerat vatten och koka i cirka 30 minuter.
3. Häll av vattnet och lägg bananskalen på filtrerpapper och låt lufttorka i cirka 30 minuter.
4. Purea de torkade skalen till en slät massa med hjälp av stavmixer.

#### Beredning av bioplast från bananskal

1. Väg upp 25 g bananskalsmassa i en bägare.
2. Tillsätt 3 ml 0,5 M saltsyra och 2 ml glycerol till bägaren och rör om.
3. Tillsätt 3 ml 0,5 M natriumhydroxid och rör om.
4. Bred ut ett tunt lager av blandningen på en petriskål och låt den lufttorka i rumstemperatur i minst 24 timmar.
5. När blandningen är torr, ta bort den från petriskålen.

#### Diskussionsfrågor

1. Vad är bioplast?
2. Lista andra bioråvaror som skulle kunna användas vid syntes av bioplast.
3. Vilken roll spelar glycerol i syntesen av bioplast?
4. Ange minst tre faktorer som eventuellt kan påverka egenskaperna (t.ex. biologisk nedbrytning, styrka, elasticitet) hos syntetiserad bioplast.

### Resultat och Diskussion

Organisera, tolka och kommunicera dina resultat med hjälp av tabeller, grafer och/eller diagram.

### Slutsats

Sammanfatta dina resultat som presenterades i resultat- och diskussionsdelen.

# Elevmaterial – Del 2

Utvärdering av försöket med utifrån principerna för grön kemi Utvärdera försöket Syntes av bioplast från bananskal med hjälp av principerna för grön kemi. I den här aktiviteten kommer du

1. bedöma farorna med de ämnen som används i försöket, därigenom kommer du att lära dig hur du inhämtar information från säkerhetsdatablad och utveckla en praktisk förståelse för faro- (H) och försiktighetsangivelser (P)
2. bestämma försökets grönhetsvärde, därigenom kommer du att introduceras till de 12 principerna för grön kemi
3. konstruera försökets gröna stjärna, därigenom kommer du att presentera erhållna data med hjälp av grafiska medel för att få en bättre överblick över försökets grönhet.

Följ instruktionerna nedan och använd bilaga 1 och 2 för hjälp med aktiviteten.

### 1. Bedöm RISKERNA MED DE ÄMNEN SOM ANVÄNDS I försöket

1. Ange de kemikalier som används i försöket i den första kolumnen i tabell 1.
2. Använd säkerhetsdatabladen för varje kemikalie som används och för in farokoderna i den andra kolumnen.
3. Använd bilaga 2 för att poängsätta\* (1–3) hälsa, miljö och fysiska faror. Infoga de erhållna poängen i lämplig kolumn. Om ingen farokod finns för en kemikalie tilldelas poängen 1.

Tabell 1: Faror associerade med de ämnen som används i försöket. I detta exempel: Syntes av bioplast från bananskal.

|  | Farokod, H-fras | Poäng (S) associerad med faran\* |
| --- | --- | --- |
| Hälsa | Miljö | Hälsa |
| **Stökiometriska reagens** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Lösningar och andra ämnen** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Produkter** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Avfall** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

\* Poäng (S) associerad med faran på en skala från 1 (låg risk) till 3 (hög risk).

### 2. Bestäm försökets grönhetSVÄRDE

1. Fyll i tabell 2 med hjälp av Principerna för grön kemi och kriterier för »grönhetsvärdering« (bilagorna 2-4).
2. Bestäm antalet principer (t.ex. 6 eller 10 principer) som ger den mest meningsfulla grönhetsvärderingen.
3. Grönhetsvärdet (V) kan härledas från bilaga 2. V sträcker sig från 1 (minst) till 3 (maximalt). Skriv NA när det ett värde inte är tillämpligt.

Tabell 2: Principer för grön kemi och grönhetsvärderingen som används för att konstruera den gröna stjärnan för ett försök. I detta exempel: Syntes av bioplast från bananskal.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Princip för grön kemi | Grönhetsvärde | Förklaring (valfri) |
| P1 – undvik avfall |  |  |
| P2 – maximera atomekonomin\* |  |  |
| P3 – designa mindre riskfyllda kemiska synteser\* |  |  |
| P4 – designa säkrare kemikalier\*\* |  |  |
| P5 – använd säkrare lösningsmedel och hjälpämnen |  |  |
| P6 – öka energieffektiviteten |  |  |
| P7 – använd förnybara råvaror |  |  |
| P8 – begränsa antalet syntessteg\* |  |  |
| P9 – använd katalysatorer\* |  |  |
| P10 – designa för nedbrytning |  |  |
| P11 – analysera i realtid för att förebygga föroreningar\*\* |  |  |
| P12 – minimera risken för olyckor |  |  |

\* Gäller vid tillämpning av 10 eller 12 principer. \*\* Gäller endast när alla 12 principer tillämpas.

### 3. Konstruera en grön stjärna

Konstruera en grön stjärna som visuellt presenterar resultaten av försökets grönhetsvärdering.

1. Om du konstruerar den gröna stjärnan på papper, färglägg radardiagrammet som visas i figur 1. Färglägg området som motsvarar en specifik princip (t.ex. P1, P2, etc.) baserat på det bestämda värdet V i tabell 2
2. Om du arbetar på dator kan du konstruera den gröna stjärnan i Excel och infoga en kopia av den gröna stjärnan i ditt arbetsblad.
	* Öppna bilaga 1 (Excel-fil) och välj "Grön stjärna (10 principer)".
	* Använd dina resultat från tabell 2 för att fylla i uppgifterna i de gröna cellerna.
	* Kopiera bilden av dina gröna stjärnor och ersätt bilderna nedan.


Figur 2: Den gröna stjärnan presenterar försökets grönhetsvärdering visuellt.

### 4. Reflektera över RESULTATET AV FÖRSÖKETS GRÖNHETSVÄRDERING UTIFRÅN principerna för GRÖN KEMI

### Referenser

Ribeiro, M. G. T., Costa, D. A., & Machado, A. A. (2010). “Green Star”: a holistic Green Chemistry metric for evaluation of teaching laboratory experiments. *Green Chemistry Letters and Reviews, 3*(2), 149-159. <https://doi.org/10.1080/17518251003623376>

Ribeiro, M. G. T., & Machado, A. A. (2014). Green star construction. <http://educa.fc.up.pt/documentosQV/EV/Construction%20of%20Green%20Star_6_points_GSAI.xlsx>