

# Bioplastic uit zetmeel

## 1. Onderzoeksvraag

Hoe kan je uit zetmeel plastic maken?

## 2. Vorbereiding

### a. Begrippen als achtergrond voor experiment

Polysachariden: zijn [koolhydraten](#) die zijn opgebouwd uit tien of meer [monosacharide](#)-eenheden. De biopolymere(n) kunnen zowel lineair als vertakt zijn, en bestaan uit allemaal dezelfde monomeren of uit verschillende monomeren.

Plastic: is een soort materiaal dat bestaat uit synthetisch organische materialen die kunnen gesmolten worden in een bepaalde soort vorm

### b. Materiaal + stoffen

<b>Materiaal:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- bekeglas van 250 ml</li><li>- maatcilinder van 25 ml</li><li>- maatcilinder van 10 ml</li><li>- glazen roerstaaf</li><li>- weegschaal</li><li>- kookplaat</li><li>- petrischaal</li><li>- plastic folie</li><li>- demiwater</li></ul>	<b>Stoffen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- aardappelzetmeel</li><li>- glycerol</li><li>- azijn</li><li>- (levensmiddelenkleurstof)</li></ul>
---	---


### c. Opstelling (foto)



kan zowel worden uitgevoerd met pure zetmeel als met maïszetmeel

### d. Veiligheid

i etiketten

<p><b>Azijnzuur</b> CH<sub>3</sub>COOH</p>  <p><b>Gevaar</b> H 226-314 P 280.1+3+7-301+330+331-305+351+338</p> <p>CAS 64-19-7</p>	<p><b>Glycerol</b> (HOCH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CHOH</p> <p>CAS 56-81-5</p>
<p><b>Zetmeel (oplosbaar)</b></p> <p>CAS 9005-84-9</p>	

ii H/P zinnen

<p>Azijnzuur H226-314 Ontvlambare vloeistof en damp. Veroorzaakt ernstige brandwonden en oogletsel.</p> <p>P280+3+7+301+331+305+351+338 Beschermende handschoenen en oogbescherming dragen en in afzuigkast werken. NA INSLIKKEN: de mond spoelen — GEEN braken opwekken. BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten. Indien mogelijk, contactlenzen verwijderen. Blijven spoelen.</p>
---

iii WGK code

WGK: 1
--------

iv COS brochure

Zetmeel-oplossing:	
concentratie: <input type="text" value="onverdund"/>	<b>Demonstratieproeven:</b> positief advies
	<b>Leerlingenproeven:</b> technische richtingen met klemtoon op chemie: vanaf de 1ste graad
	overige richtingen: vanaf de 1ste graad
Glycerol	

COS (Chemicaliën Op School)

concentratie:

Demonstratieproeven: positief advies

Leerlingenproeven: technische richtingen met klemtoon op chemie:  
 vanaf de 1ste graad  
 overige richtingen:  
 vanaf de 1ste graad

Azijnzuur

---

COS (Chemicaliën Op School)

concentratie:

Demonstratieproeven: positief advies

Leerlingenproeven: technische richtingen met klemtoon op chemie:  
 vanaf de 3de graad  
 overige richtingen:  
 vanaf de 3de graad

### 3. Uitvoeren

#### a. Werkwijze

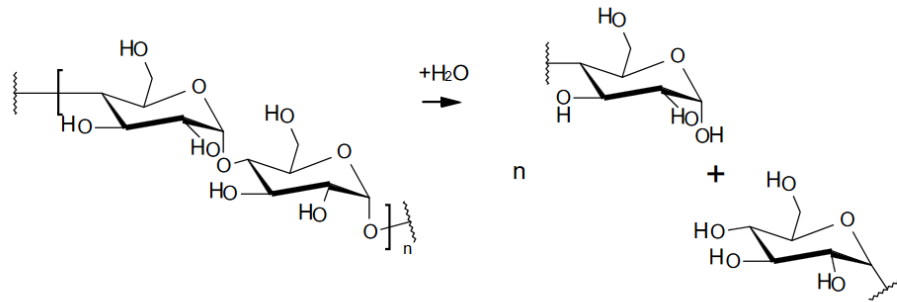
- 1) Weeg 2,5 g zetmeel af in een bekeerglas van 250 ml
- 2) Voeg 25 ml water, 2 ml glycerol en 2 ml azijn toe
- 3) Verwarm het mengsel al roerende tot het gaat koken
- 4) Laat het mengsel al roerende 5 minuten doorkoken
- 5) Haal het bekeerglas van de driepoot
- 6) Giet het mengsel in een petrischaal bedekt met plastic folie (verdeel het over de hele petrischaal en voorkom luchtballen) of in een andere vorm.
- 7) Laat het plastic een aantal dagen drogen aan de lucht.

#### b. Waarneming (+ foto's)



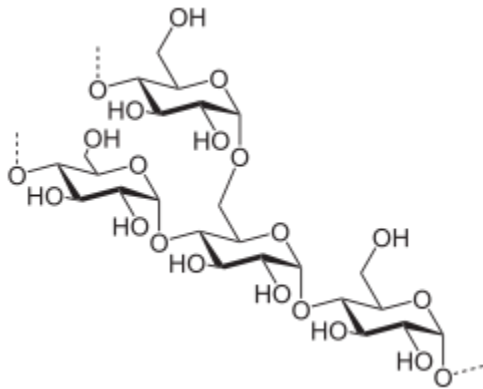
### 4. Reflecteren

#### a. Optredende reacties

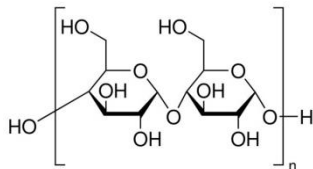


Figuur 5.1: Reactievergelijking van de hydrolyse van zetmeel. Bij zure hydrolyse treedt het zuur op als katalysator.

Bron: [https://www.wageningenur.nl/upload\\_mm/3/6/8/c826c5b0-5c03-4cf9-a591-3e4b23551902\\_141016\\_Scheikunde%20module\\_leerlinghandleiding\\_plastic%20zonder%20olie\\_V1.1\\_def.pdf](https://www.wageningenur.nl/upload_mm/3/6/8/c826c5b0-5c03-4cf9-a591-3e4b23551902_141016_Scheikunde%20module_leerlinghandleiding_plastic%20zonder%20olie_V1.1_def.pdf) (p.36/70)



Bron: Wikipedia



Bron: <http://www.antonides.com/producten/00002-202Z07>

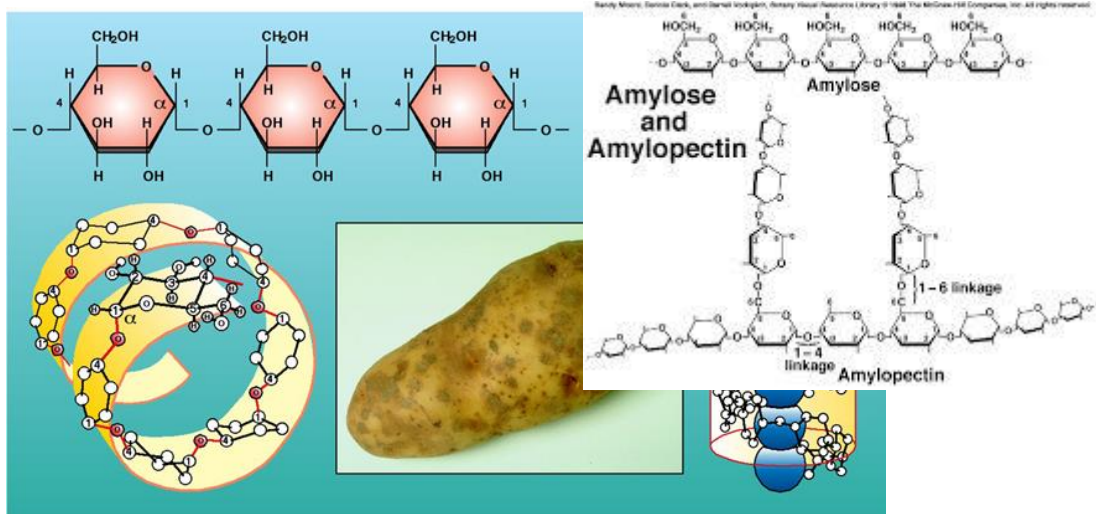
## b. Besluit

Zetmeel is een voorbeeld van een polymeer van natuurlijke oorsprong. Deze polymeren worden direct geëxtraheerd en gewonnen uit diverse graangewassen (bijvoorbeeld tarwe en maïs), knolgewassen (bijvoorbeeld aardappels) en wortels.

Uit microscopisch onderzoek is af te leiden dat de kern van de zetmeelkorrel bestaat uit onvertakte polymeren, die amylose worden genoemd. Amylose zijn ketens van glucosemoleculen.

De vertakte polymeren in het zetmeel worden amylopectine genoemd, deze amylopectine wordt verbonden.

Hoewel de absolute massa van zetmeel maar voor een kwart uit amylose bestaat, heeft het veel invloed op de eigenschappen van zetmeel. Dit komt omdat amylose uit kleinere moleculen bestaan dan amylopectine.



Afhankelijk van de verhouding tussen Amylose/Amylopectine worden de eigenschappen bepaald. Bij een gestructureerde kern van glucose moleculen zal er een waxy product zijn, dit wil zeggen dat er een product ontstaat wat onder normale omstandigheden hydrofiel is, het product lost op in polaire stoffen zoals water. Bij amylose is het product wat ontstaat onder normale omstandigheden hydrofoob. Bij contact met koud water wordt circa 35 m% van het water opgenomen door het zetmeelmolecuul. Waterstofbruggen en een kristalrooster zorgen ervoor dat het zetmeelmolecuul niet oplost in koud water.

Wanneer het water met daarin de zetmeelkorrels wordt verwarmd, nemen de amylose moleculen meer water op. Hierdoor zwellen de zetmeelkorrels en breken de onderling gevormde waterstofbruggen, naarmate de suspensie opzwellt en stroperiger wordt nemen ook de amylopectine moleculen water op. Hierdoor verliest de zetmeelkorrel zijn structuur en stevigheid en wordt er een maximale viscositeit bereikt. Bij verder verwarmen en roeren gaan de zetmeelkorrels kapot, de viscositeit neemt af en de moleculen lossen geheel op in water (heldere oplossing). Glycerol wordt vaak toegevoegd als weekmaker om te voorkomen dat de amylosemoleculen niet met elkaar waterstofbruggen vormt bij het afkoelen van de oplossing, hierdoor ontstaat bij de afkoeling een homogeen thermoplastisch zetmeel.

Zoutzuur (HCl) doorbreekt de zetmeelketens. Na verhitting wordt het zoutzuur geneutraliseerd met loog (NaOH). Door breuken in de zetmeelketens zijn de macromoleculen korter en is de folie minder sterk.

c. Koppeling aan leerplan/nen

## VVKSO – BRUSSEL D/2014/7841/025

B60 Fysische eigenschappen en chemische reacties in verband brengen met de (para)moleculaire structuur van kunststoffen.

B61 Enkele innovatieve toepassingen van kunststoffen toelichten.

### Wenken

Elasticiteit en thermische eigenschappen komen hier aan bod. Hierbij worden de begrippen elastomeer, thermoplast en thermoharder geduid. Ook het begrip copolymeren komt hier aan bod.

Polymerisatie, polycondensatie, polyadditie worden besproken.

Enkele voorbeelden van innovatieve materialen: biodegradeerbare materialen, composieten, nanomaterialen, elektrisch geleidende polymeren, gebruik van kunststoffen in een 3D-printer.

### d. Bronnen

#### i. Literatuur

- 1) <http://groenegrondstoffen.nl/downloads/Infosheets/Bioplastics%20zetmeel%20eigenschappen.pdf>
- 2) <http://mijnbiologie.weebly.com/maak-je-eigen-bioplastic.html>
- 3) <http://www.expeditionchemistry.nl/maak-bioplastic/>
- 4) [http://www.wageningenur.nl/upload\\_mm/2/9/e/ccaa7639-d45d-4a13-b076-5b705083f145\\_Plastic%20zonder%20Olie\\_leerlinghandleiding\\_V2.0.pdf](http://www.wageningenur.nl/upload_mm/2/9/e/ccaa7639-d45d-4a13-b076-5b705083f145_Plastic%20zonder%20Olie_leerlinghandleiding_V2.0.pdf) (p34/70)
- 5) <http://www.wageningenur.nl/nl/Onderwijs-Opleidingen/Docenten-wvo/Vakken/Scheikunde/Bioplastics.htm>

#### ii. Film

<https://www.youtube.com/watch?v=xIW7G6WhN5E>  
<http://www.schooltv.nl/video/plastic-van-aardappelresten-zelf-plastic-maken/>

## 5. Tips and tricks

### a. Opmerkingen bij uitvoeren van proef

- **Werkwijze stap 3:**  
*Het mengsel is in het begin een witte suspensie. Het is belangrijk om steeds goed te roeren, omdat er anders klontjes ontstaan in het plastic of omdat het mengsel aanbrandt tijdens het koken. Begin al met roeren als de suspensie nog koud is! Tijdens het verwarmen wordt het mengsel erg visceus (stroperig) en minder troebel.  
Na een paar minuten wordt het mengsel steeds minder visceus en minder troebel. Blijf steeds goed roeren. Haal tijdens het doorkoken de brander even onder de driepoot vandaan als het mengsel heftig borrelt.*
- **Werkwijze stap 5:**  
Voeg voor gekleurd plastic na het azijn en de glycerine vijf druppels voedingskleurstof toe en roer goed.
- **Werkwijze stap 6:**

Voor plastic in een vormpje: zet een koekjesvorm op het bakpapier en giet het mengsel daarin.

### **Bereiden van een zetmeelfolie m.b.v. verschillende recepten**

De samenstelling bepaalt voor een groot stuk de eigenschappen van voorwerpen

Hier worden 6 verschillende zetmeelfolies bereid vertrekkend van telkens een andere samenstelling.



#### Benodigheden:

- Aluminiumfolie
- Aardappelzetmeel
- Glycerol
- Spuutfles met gedestilleerd water
- HCl-oplossing (0.1 mol/l)
- NaOH-oplossing (0.1 mol/l)
- Universeelindicator
- Maatbekers 100 ml (1 per recept)
- Maatcilinders 10 ml (1 à 3 per recept)
- Maatcilinders 100 ml
- Petrischaaltjes (1 per recept)



<b>Glycerol</b>	CAS 56-81-5
<b>Natriumhydroxide</b>	CAS 1310-73-2
<b>Zoutzuur</b>	CAS 7647-01-0



### RECEPT 1

- Schrijf met alcoholstift op je petriplaat het nummer van het recept.
- Weeg 5 g zetmeel af in een beker van 100 ml.
- Voeg 50 ml water toe.
- Verwarm het mengsel al roerend tot het begint te koken. Er ontstaat een gel.
- Haal met een houten tang de beker van de kookplaat.
- Breng op de bodem van een petrischaal een aluminium folie aan.
- Giet het mengsel voorzichtig over in een petriplaat.
- Laat enkele dagen aan de lucht drogen of enkele uren in een droogstoof max 60°C.



### RECEPT 2

- Schrijf met alcoholstift op je petriplaat het nummer van het recept.
- Weeg 5 g zetmeel af in een beker van 100 ml.
- Voeg 50 ml water toe.
- Voeg 4 ml glycerol toe.
- Verwarm het mengsel al roerend tot het begint te koken. Er ontstaat een gel.
- Breng op de bodem van een petrischaal een aluminium folie aan
- Giet het mengsel voorzichtig over in een petriplaat.
- Laat enkele dagen aan de lucht drogen.

### RECEPT 3

- Schrijf met alcoholstift op je petriplaat het nummer van het recept.
- Weeg 5 g zetmeel af in een beker van 100 ml.
- Voeg 50 ml water toe.



- Voeg 6 ml HCl (0,1mol/l) toe.
- Verwarm het mengsel al roerend tot het begint te koken. Er ontstaat een gel.
- Haal met een houten tang de beker van de kookplaat.
- Voeg enkele druppels universeelindicator toe.
- Voeg druppelsgewijs en al roerend 6 ml NaOH (0,1 mol/l) toe.
- Breng op de bodem van een petrischaal een aluminium folie aan
- Giet het mengsel voorzichtig over in een petriplaat.
- Laat enkele dagen aan de lucht drogen.



#### RECEPT 4

- Schrijf met alcoholstift op je petriplaat het nummer van het recept.
- Weeg 5 g zetmeel af in een beker van 100 ml.
- Voeg 50 ml water toe.
- Voeg 2 ml glycerol toe.
- Voeg 6 ml HCl (0,1mol/l) toe.
- Verwarm het mengsel al roerend tot het begint te koken. Er ontstaat een gel.
- Haal met een houten tang de beker van de vierpikkel.
- (Voeg enkele druppels universeelindicator toe.)
- Voeg druppelsgewijs en al roerend 6 ml NaOH (0,1 mol/l) toe .
- Breng op de bodem van een petrischaal een aluminium folie aan
- Giet het mengsel voorzichtig over in een petriplaat.
- Laat enkele dagen aan de lucht drogen.

#### RECEPT 5

- Schrijf met alcoholstift op je petriplaat het nummer van het recept.
- Weeg 5 g zetmeel af in een beker van 100 ml.
- Voeg 50 ml water toe.
- Voeg 4 ml glycerol toe.
- Voeg 6 ml HCl (0,1mol/l) toe.
- Verwarm het mengsel al roerend tot het begint te koken. Er ontstaat een gel.
- Haal met een houten tang de beker van de vierpikkel.
- Voeg druppelsgewijs en al roerend 6 ml NaOH (0,1 mol/l) toe.
- Breng op de bodem van een petrischaal een aluminiumfolie aan
- Giet het mengsel voorzichtig over in een petriplaat.
- Laat enkele dagen aan de lucht drogen.

## RECEPT 6

- Schrijf met alcoholstift op je petriplaat het nummer van het recept.
- Weeg 5 g zetmeel af in een beker van 100 ml.
- Voeg 50 ml water toe.
- Voeg 4 ml glycerol toe.
- Verwarm het mengsel al roerend tot het begint te koken.
- Haal met een houten tang de beker van de vierpikkel.
- Leg de katoenvezels in een petrischaal
- Breng op de bodem van een petrischaal een aluminiumfolie aan.
- Giet het mengsel voorzichtig over in een petriplaat.
- Laat enkele dagen aan de lucht drogen.

