
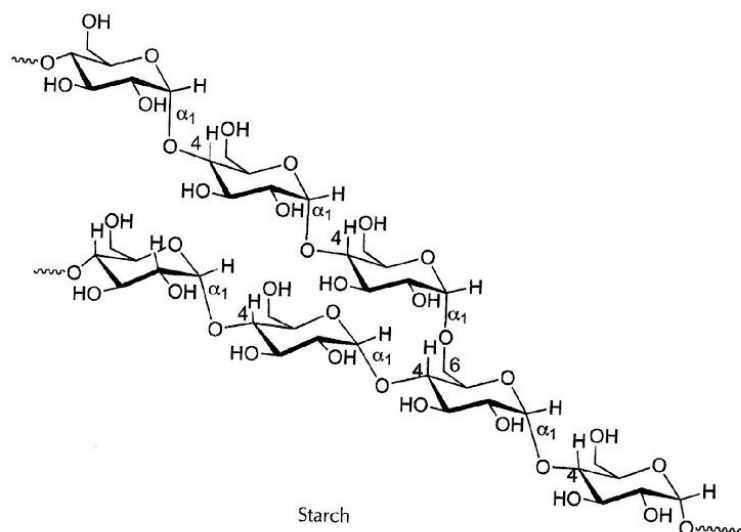


13.21. Polymers from renewable raw materials: starch

Estimated time	Difficulty	Basic lab operations
2 h		✓ Gravity filtration (see p. 100).

13.21.1. Goal

To produce biodegradable polymers from renewable raw materials with different mechanical properties by the method of preparation.



13.21.2. Background

Starch is a natural polymer present in cereals or potatoes, consisting of glucose units. It is a fundamental component of the human diet, but in turn can be used as a basis for the development of semisynthetic polymers with multiple applications, by adding molecules such as urea or glycerol that are inserted in the chains of amylose and/or amylopectin, modifying mechanical properties of the natural polymer. Based on these properties, different polymers will be prepared in this experiment.

13.21.3. Procedure

Potato starch can be extracted by grating 100 g of potatoes using a kitchen grater. Place the grated potato in a mortar, add 100 ml of water, and crush using the pestle until the grated potato forms a paste as homogeneous as possible. Filter the mixture through a colander over a beaker. The operation is performed twice on each potato sample to increase efficiency in the production of starch. The mixture is allowed to stand until it forms a paste deposit in the beaker. Decant to remove most of the supernatant with the aid of a Pasteur pipette, avoiding stirring. Remove the water that could not be removed previously by decantation, and, on this material, perform the following operation twice to provide two samples of starch.⁴

A) Preparation of a brittle polymer:




To a starch sample obtained according to the above procedure, add 20 ml of water and 3 ml of HCl (0.1 M). Gently heat the mixture for 15 min, trying not to bring it to a boil. Dropwise, add a solution of NaOH (0.1 M) until neutral, checking the result with a piece of indicator paper. The result is a viscous liquid, to which 2 drops of food coloring (tartrazine), are added. Mix using a glass rod to form a smooth paste. Spread on a watch glass to a film and place in an oven at 60 °C for approximately 1.5 h, or allow to air dry overnight.

B) Preparation of a flexible polymer:

A similar procedure to the above case is followed but adding 2 ml of glycerol as a plasticizer.

Compare the properties of the materials produced by the two different methods.

Table 13.21: Physico-chemical properties of the reagents used.

Compound	M_w	M.p. (°C)	B.p. (°C)	Density (g·ml ⁻¹)	Danger ^a (GHS)
Potato starch	-	-	-	1.500	Non-hazardous
Tartrazine	534.36	-	-	-	
Glycerol	92.09	20	182	-	Non-hazardous
HCl	36.46	-30	>100	1.200	
NaOH	40.00	318	1,390	2.130	

^a For brevity, only GHS icons are indicated. The information offered in the Material Safety Data Sheet (MSDS) should be consulted.

⁴ Also, this experiment can be done directly from 1.25 g of commercial potato starch or corn starch.

ça m'intéresse (Avril-Mai 2018)

EXPÉRIENCE EN CUISINE

TEXTE TAÏNA CLUZEAU
ILLUSTRATION A.L. THIERY

Fabriquer du plastique avec des pommes de terre

IL VOUS FAUT...

300 G DE POMMES DE TERRE
(ou 15 g de fécule de pomme
de terre)



DE L'EAU DU ROBINET

10 ML DE VINAIGRE

6 ML D'HUILE ALIMENTAIRE
(ou, mieux, 6 ml de glycérine,
en vente en pharmacie)



ET AUSSI...

- un épluche-légumes
- deux saladiers
- une casserole
- du papier sulfurisé
- une passoire



2 H



ASSEZ FACILE



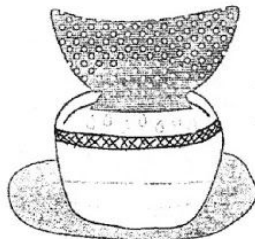
PAS CHER

LA RECETTE

1 PELEZ ET RÂPEZ les pommes
de terre dans un saladier.



2 RECOUVREZ d'eau, malaxez,
puis filtrez avec une passoire.
Attendez 30 min qu'un dépôt
blanc se forme au fond du bol.



30 min

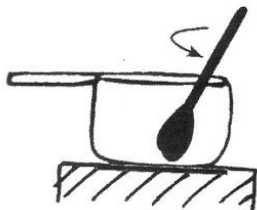
3 JETEZ l'eau. Le dépôt blanc
d'amidon reste collé au fond
du récipient. Remplissez-le
d'eau claire, mélangez puis
laissez décanter. Répétez cette
opération jusqu'à l'obtention
d'un amidon bien blanc.

Dans leurs cellules,
les patates stockent
de l'amidon, qui constitue
leur réserve énergétique.
Ce dernier compte
pour 16 % de leur masse.
C'est lui qui va servir à
fabriquer notre plastique.
Pour le récupérer, on
casse les cellules du
tubercule en le râpant.

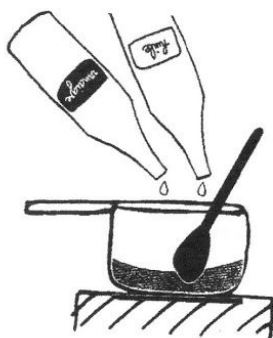
Cette couche de matière
blanche, ce sont les molécules
d'amidon. Comme elles ne sont
pas solubles dans l'eau, elles
se déposent au fond du saladier.

La pomme de terre contient
des fibres et des protéines qui
peuvent rester en suspension
dans l'eau. Ce nettoyage permet
d'en éliminer la majeure partie
pour obtenir l'amidon le plus pur
possible. Vous pouvez aussi
acheter directement de l'amidon
dans le commerce sous le nom
de « fécule de pomme de terre ».

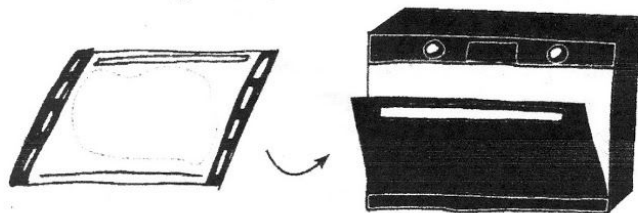
4 CHAUFFEZ 300 ml d'eau et l'amidon à feu moyen, et mélangez.



5 AJOUTEZ l'huile – ou la glycérine – et le vinaigre, puis mélangez pendant 15 min en continuant de chauffer.



6 VERSEZ ET ÉTALEZ le contenu de la casserole sur du papier sulfurisé, puis laissez sécher dans un four à chaleur tournante à 60°C pendant 15 min. Laissez refroidir puis décollez avec précaution : vous obtenez un film plastique 100 % biodégradable !



saviez-vous ? Les sacs en plastique biodégradable que l'on trouve dans le commerce ne sont jamais exclusivement composés d'amidon car ils seraient bien trop fragiles pour transporter nos courses. De plus, le plastique de ce genre est sensible à l'humidité de l'air puisqu'il est soluble dans l'eau. Pour le renforcer, les industriels ajoutent des molécules issues de la chimie du pétrole comme le caprolactame, un polymère aussi biodégradable. Un sac à base d'amidon se dégrade en 2 à 8 semaines dans la nature, contre 100 à 300 ans pour un sac en plastique non biodégradable fabriqué à partir du pétrole.

Dans la pomme de terre, les longues chaînes d'amidon enroulées sur elles-mêmes forment des grains microscopiques très solides. Or, pour former du plastique, les chaînes doivent se présenter bien à plat et dessiner une sorte de grillage. Pour obtenir

cette configuration, on plonge les grains dans l'eau chaude. Les molécules d'eau se fixent sur l'amidon, à l'intérieur même du grain, et prennent tellement de place que ce dernier gonfle et les chaînes se déroulent. On dit que l'amidon se solubilise.

Ajouter du vinaigre est optionnel mais présente un gros avantage. Comme cet ingrédient est acide, il coupe les longues chaînes d'amidon. Ainsi elles se solubilisent bien plus rapidement dans l'eau. Au fur et à mesure que l'amidon se lie aux molécules d'eau, le mélange devient gélatineux. De son côté, l'huile (ou la glycérine) donne sa texture souple au plastique : elle s'intercale entre les chaînes d'amidon et leur permet de glisser les unes par rapport aux autres sans se rompre.

En séchant à une température de 60°C, notre plastique de pomme de terre perd son eau. Ses molécules s'organisent spontanément en réseau plat pour former une sorte de grille. On obtient ainsi un film plastique translucide que l'on peut modeler à sa guise.

Remerciements à Eric Leroy, chargé de recherche au CNRS au Laboratoire de génie des procédés - environnement - agroalimentaire, et à Denis Laurdin, directeur de recherche à l'Inra à l'unité Biopolymères Interactions assemblages.