

糖類の判別実験

3年B組 加藤 優弥
指導教員 松浦 紀之

1. 要約

糖類は食品中にも含まれる有機化合物で、多くの種類が存在する。そこで化学的な性質の違いを利用して、7種類の糖類の判別実験を行った。ヨウ素デンプン反応、フェーリング反応、バーフォード反応、セリワノフ反応による判別実験の結果、フルクトース、スクロース、デンプンは判別することができたが、フルクトースとアラビノース、マルトースとラクトースは、それぞれを判別することができなかった。

キーワード 糖類 ヨウ素デンプン反応 フェーリング反応 バーフォード反応 セリワノフ反応

2. はじめに

植物の光合成では、葉緑体が二酸化炭素と水から日光を利用することで、グルコース $C_6H_{12}O_6$ と酸素 O_2 を生成している。グルコースが数多く結合するとデンプンとよばれる高分子化合物ができ、種子の中に蓄えられる。このように、グルコースやデンプンは生物が生命活動を行う上で必要不可欠な存在である。グルコースやデンプンは糖類とよばれる有機化合物で、他にも数多くの種類が存在する。

これらの糖類は種類により化学的な性質が異なるのではないかと考え、性質の違いを利用した糖類の判別実験を行った。

3. 実験

3.1 試薬

7種類の糖(グルコース、フルクトース、アラビノース、スクロース、マルトース、ラクトース、デンプン)の1%水溶液を調製した。実験で用いた薬品類は市販のもの

をそのまま使用した。

3.2 検出試薬の調製^{1,2)}

(a) ヨウ素ヨウ化カリウム溶液

ヨウ化カリウム 2.0 g を 100 mL の水にとかし、これにヨウ素 1.0 g を溶かした。

(b) フェーリング液

(A液)硫酸銅(II)五水和物 7.0 g を純水に溶かして 100 mL にした。(B液)酒石酸ナトリウムカリウム 35.0 g と水酸化ナトリウム 10 g を水に溶かして 100 mL にした。使用する直前にA液とB液を同体積ずつ混合した。

(c) バーフォード試薬

酢酸銅(II)一水和物 6.7 g を純水 100 mL に溶かし、酢酸 0.90 mL を加えた。

(d) セリワノフ試薬

レゾルシノール 0.10 g を 4.0 mol/L 塩酸 200 mL に溶かした。

3.3 操作^{1,2)}

(a) ヨウ素デンプン反応

糖の水溶液を 2.0 mL ずつ別々の試験管に

はかりとり、1%デンプン溶液をそれぞれ 3 滴加えた。

(b) フェーリング反応

糖の水溶液を 2.0 mL ずつ別々の試験管にはかりとり、フェーリング液をそれぞれ 1.0 mL 加え、60°Cの水浴で 5 分間加熱した。

(c) バーフォード反応

糖の水溶液を 2.0 mL ずつ別々の試験管にはかりとり、バーフォード試薬をそれぞれ 3.0 mL 加え、沸騰水浴で 5 分間加熱した(図 1 左)。

(d) セリワノフ反応

糖の水溶液を 2.0 mL ずつ別々の試験管にはかりとり、セリワノフ試薬をそれぞれ 3.0 mL 加え、沸騰水浴で 3 分間加熱した(図 1 右)。

4. 結果と考察

実験で用いた 7 種類の糖類のうち、単糖類(グルコース、フルクトース、アラビノース)および二糖類(スクロース、マルトース、ラクトース)は水によく溶けた(図 2)。一方、多糖類のデンプンは冷水に溶けにくく、沸騰水には溶けた。

実験(a)~(d)の結果を表 1 に示す。実験(a)では、デンプンの構造中にヨウ素分子が入り込むことで、デンプンのみ溶液が青紫色に呈色した(図 3(a))。

実験(b)は、還元性のある糖(還元糖)であるかを確かめることができる。実験の結果、スクロースとデンプン以外で赤褐色の沈殿(酸化銅(I) Cu_2O)が生じた(図 3(b))。これらの糖には、還元性を示す構造(アルデヒド基 $-\text{CHO}$ やヒドロキシケトン基 $-\text{COCH}_2\text{OH}$)を含まれている(図 4)。同じく還元糖であるかを確かめることができる

実験(c)の結果は、単糖類のみ(グルコース、フルクトース、アラビノース)が反応し、いずれも少量の赤色沈殿 Cu_2O を生じた(図 3(c))。この反応は、 Cu^{2+} と糖の反応の起こりにくさに関係しており、反応しやすい単糖類だけが反応したものと考えられる。

実験(d)は、分子中にケトン基 $>\text{C}=\text{O}$ を持つ糖(ケトース)を検出することができる。実験の結果、フルクトースは赤褐色に、スクロースは赤色の溶液に変化した(図 3(d))。二糖類のスクロースにはケトン基が含まれないが、セリワノフ試薬中の塩酸によりスクロースが加水分解され、単糖類のグルコースとフルクトース(フルクトースはケトン基を含む)になったため、セリワノフ反応が起こったと考えた。

以上の結果より、フルクトース、スクロース、デンプンは判別することができた。しかし、フルクトースとアラビノース、マルトースとラクトースは判別することができなかった。

5. まとめ

糖類の化学的な性質や構造の違いを利用することで、実験で用いた 7 種類の糖類のうち、3 種類を判別することができた。判別できなかったグルコースとアラビノース、およびマルトースとラクトースについては、これらの糖とフェニルヒドラジンとの反応(糖のカルボニル基とフェニルヒドラジンとの縮合反応)により生じるオサゾンの黄色結晶の形状から、糖の同定ができる方法が知られている³⁾。実際に実験を行ったが、結晶を作ることができず、判別することができなかった。条件を検討して、再度、実験を行いたい。

フェーリング液の還元反応では、硫酸銅(Ⅱ)水溶液に水酸化ナトリウムを加えることで、溶液をアルカリ性にして実験を行っている。しかし、実験(c)のバーフォード反応では酢酸銅(Ⅱ)水溶液に酢酸を加え、酸性の条件で操作を行う。そこで、硫酸銅(Ⅱ)や酢酸銅、塩化銅などといった様々な銅塩の種類の違いや、また溶液のpHの違いによって反応性が変わるのではと

考えこれらの比較の研究を現在行っているところである。

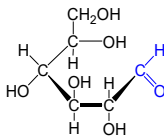
6. 参考文献

- 1) 藤田修三, 山田和彦, 食品学実験書第2版, 医歯薬出版, 2002.
- 2) 小野寿久, 化学と教育, 55, 2007, 170-171.
- 3) D. T. Plummer, 実験で学ぶ生化学, 化学同人, 1981.

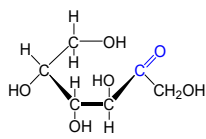
表 1. 実験(a)~(d)の結果

(×: 反応しなかった)

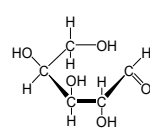
糖 類	種 類	(a) ヨウ素デンプン反応	(b) フェーリング反応	(c) バーフォード反応	(d) セリワノフ反応
グルコース	単糖類	×	赤褐色沈殿	赤色沈殿	×
フルクトース		×	赤褐色沈殿	赤色沈殿	赤褐色溶液
アラビノース		×	赤褐色沈殿	赤色沈殿	×
スクロース	二糖類	×	×	赤色溶液	×
マルトース		×	赤褐色沈殿	×	×
ラクトース		×	赤褐色沈殿	×	×
デンプン	多糖類	青紫色溶液	×	×	×



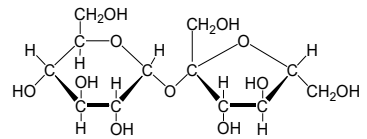
グルコース



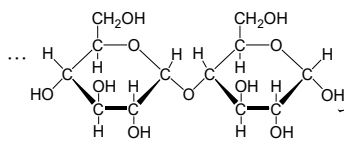
フルクトース



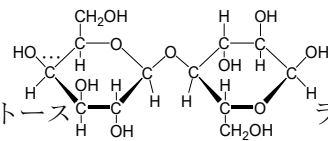
アラビノース



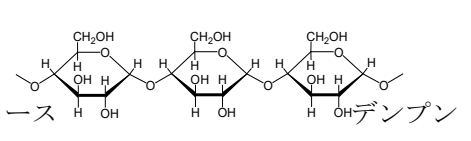
スクロース



マルトース



ラクトース



デンプン

図1. 実験で使った糖（単糖類は鎖状構造で表している）

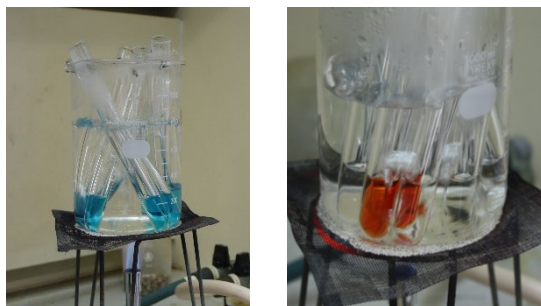


図2. バーフォード反応(左), セリワノフ反応(右)の実験の様子

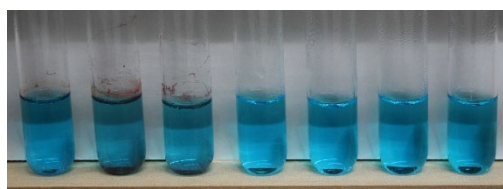
(a) ヨウ素デンプン反応



(b) フェーリング反応



(c) バーフォード反応



(d) セリワノフ反応

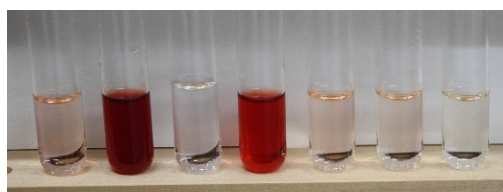


図3. 実験(a)~(d)の結果。左からグルコース, フルクトース, アラビノース, スクロース, マルトース, ラクトース, デンプン

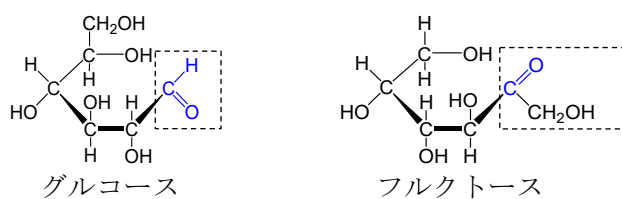


図4. Cu^{2+} と糖の酸化還元で反応する部分（枠内が反応する）