

バナナの皮からバイオエタノール

3607 大崎結宇 3516 川名凜子 3525 内木莉音

廃棄されるバナナの皮からバイオエタノールを作することを目的とした。対照実験で発酵がうまくいく条件を探した。細かくしたバナナの皮にイースト菌や、クエン酸をくわえて 30℃で 2 週間放置したところ、気体のエタノールが検知された。今後は液体のエタノールが得られるよう、より効率の良い発酵の条件を探っていきたい。

キーワード 単発酵 ヨードホルム反応 蒸留

1. 目的

今日では、地球温暖化への影響を考慮し、バイオエタノールが使用される機会が増えてきている。しかし、エタノール生成のために使用されている資源は、サトウキビ等の人や家畜の食料とされるものであり、食料との競合が問題となっている。そこで、廃棄されるバナナの皮から効率よくエタノールを作る方法を知り、有効活用したい。

2. 仮説

バナナの皮を発酵させ、バイオエタノールを作ることができる。腐敗と発酵は別の微生物によるものであり、クエン酸を加えれば腐敗を防ぎ、発酵を起こすことができる。

3. 予備実験

使用した器具

漏斗 ビーカー ろ紙 リービッヒ冷却器 温度計 ガスバーナー 枝付きフラスコ 三角フラスコ アルコール検知管



図 1 バナナの皮

バナナの皮をジップロックに入れ 2 か月放置し、できた物質を調べた。

できた物質は茶色で固体成分と液体成分が混ざっていた。固体成分は食物繊維が多く、発酵しにくいと考え、できた物質をろ過し、液体成分を下の（蒸留装置）で蒸留した。

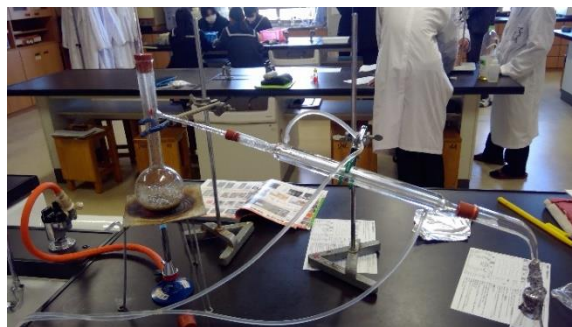


図 2 蒸留装置

63℃から沸騰し始め、温度は上昇して 92℃になるまで沸騰させ火を止めた。得られた液体は透明でほのかにバナナのにおいがした。

アルコール検知管で調べたところ 0.5%のアルコールを検出した。

4. 実験 I - バナナの皮からバイオエタノール

4-1 仮説

バナナの皮を室温で放置すれば、自然発酵が起き、エタノールができると考えられる。

4-2 使用した器具

300mL ビーカー 手拭い アルコール検知管 吸引ろ過装置 ガスバーナー 試験管ばさみ

インキュベーター 試験管

4-3 実験の手順

- ① ①バナナの皮のみ
 - ②バナナの皮+イースト菌
 - ③ ②+クエン酸
- の3つのビーカーを作る。



図3 左から、ビーカー①②③

- ②二週間恒温器で30℃に保ち、放置する。



図4 インキュベーター

- ③ビーカー内の固形成分と液体成分を手拭いで分離する。
- ④液体成分を吸引ろ過装置でろ過する。



図5 吸引ろ過装置

- ⑤ろ過した液体を試験管に入れてガスバー

ナーで加熱し蒸発させ、アルコール検知管で試験管内のアルコール濃度を測定する。

*試験管内の気体のアルコール濃度は液体のアルコール濃度に比例すると考えられる。

4-4 結果

	エタノール検知	濃度
①バナナの皮のみ	×	×
②バナナの皮 +イースト菌	○	1.0
③ ②+クエン酸	○	0.4



図6 アルコール検知管

また、ビーカー内に気泡が発生していた。

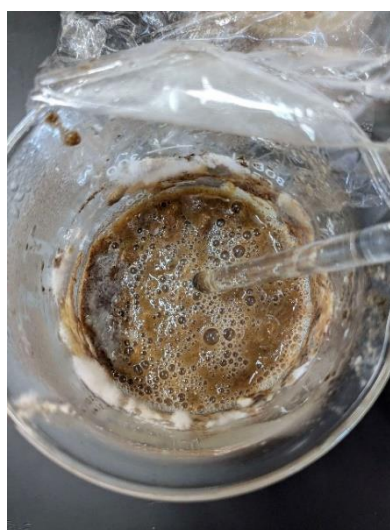


図7 2週間放置したもの

4-5 考察

クエン酸を入れたビーカーでエタノールの濃度が低く検出されたのは、加えたクエン酸の量が多く、酵素の働きが妨げられたからだと考えた。

また、バナナの皮のみではエタノールは発生せずイースト菌がエタノールの生成に関係していると考えた。

どのビーカー内にも気体が発生していた。これはイースト菌の呼吸とアルコール発酵によって出た二酸化炭素であると考えた。

実験を行った三つの条件のうち、バナナの皮にイースト菌を加えて放置したものが最も多くのエタノールを生成した。しかし、腐敗臭も最も強かったためバイオエタノール造りに適している方法はクエン酸を加えたものであると考えられる。

5. 実験Ⅱ-バナナ以外の食品廃棄物からバイオエタノール

5-1 仮説

バナナよりもバイオエタノールに適した果物の皮があるのではないかと。また、甘い果物ほど、糖分を含んでいるため多くエタノールが得られるのではないかと。

5-2 実験内容

5-2-1 糖の検出

使用した器具

試験管 ヨウ素液 ベネジクト液

使用した試料

タマネギ外皮 タマネギ実 ニラ ニンジン
バナナの皮 バナナへた キャベツ キウイ

5-2-2 バナナの皮とニンジンの皮の発酵

実験Ⅰと同様にしてニンジンの皮を放置して発酵させた。

5-2-3 ヨードホルム反応

①バナナから作った液

②ニンジンから作った液

③エタノール

- ①②③の試験管に固体のヨウ素、水酸化ナトリウム水溶液を入れ、すべて溶かした。
- 湯煎して変化を観察した。

5-2-4 エタノールの検出

使用した器具

アルコール検知管 ガスバーナー 試験管ばさみ

5-3 結果

5-3-1 糖の検出

試験管に資料を適量とり、試薬を加え、観察した。

	ベネジクト液	ヨウ素
タマネギ外皮	変化なし	変化なし
タマネギ実	黄色	変化なし
ニラ	緑	変化なし
ニンジン	赤褐色	変化なし
バナナ皮	赤褐色	青紫
バナナへた	赤褐色	青紫
キャベツ	赤褐色	変化なし
キウイ	赤褐色	変化なし

5-3-2 バナナの皮とニンジンの皮の発酵

酸っぱいにおいのする図8のような液が得られた。



図8 ニンジン液（左） バナナ液（右）

5-3-3 ヨードホルム反応

	ヨードホルム	におい
バナナ	できた	強
ニンジン	できた	強

5-3-4 エタノールの検出

ニンジンから作った液は 0.45% バナナから作った液は 0.3% のアルコール濃度だった。

5-4 考察

5-4-1 糖の検出

ニラとタマネギはベネジクト液の変化が見られなかったことから、還元糖を含まないことがわかる。バナナはヨウ素液の反応からでんぷんを含むことがわかる。また、ベネジクト液の反応が見られたニンジン、バナナ、キャベツはエタノールの材料として使うことができると考えられる。

5-4-2 バナナの皮とニンジンの皮の発酵

ニンジンのほうが多くエタノールを含んでいると考えられる。

5-4-3 ヨードホルム反応

ヨードホルム反応ではエタノールがあるかどうか調べられる。バナナ液からもニンジン液からもヨードホルムができたことから、エタノールができたことがわかる。また、ニンジンのほうがバナナよりもエタノールを作るのに向いていると考えられる。

5-4-4 エタノールの検出

ニンジンのほうがアルコール濃度の高い液体が得られると考えられる。

6. 展望

今回は試験管という系のなかの気体成分の割合から大まかなエタノールの量を推定した。しかし、これではどの方法が最もエタノールを生成したのかを知ることはできても、バナナの皮の量にたいしてどれくらいの量のエタノールを得られるのかを知ることはできない。そこで、今後の実験では具体的なエタノールの生成量を知るため、放置してできた液体に含まれるエタノールの量を酸化還元滴定法によって測定しようと思う。

また、蒸留によってアルコール濃度を高め、実用化ができるよう実験をしていきたい。現段階では蒸留を行えるほどの量の液体をバナナから得ることはできていないが、今後実験に用いる皮の量を増やして蒸留実験をしたい。実用化には90%

のエタノールを作る必要がある。したがって、エタノールの混ざった液を純度の高いエタノールにするため、効率よく蒸留を行う方法を探究していくつもりだ。

また、アルコール発酵は嫌気性の反応である。それゆえ、酸素に触れない空間で果物の皮とイースト菌を混ぜたものを放置すればイースト菌は呼吸できないため、アルコール発酵のみからエネルギーをとりだし、得られるエタノールの量が増えると考えられる。密閉空間で果物の皮を放置したらどうなるか調べたい。

さらに、バナナの皮の糖だけでなくでんぷんからもエタノールを得るため、イースト菌だけでなく麴も加え、並行複発酵を行いたい。イースト菌のみの単行発酵とどちらのほうが効率よくエタノールをえることができるか比べたい。

7. 謝辞

研究に協力してくださった、担当の市岡先生、先生方、ちこり村の方々ありがとうございました。



図9 ちこり村の蒸留装置

8. 参考文献

- 『サイエンスビュー新化学資料実教出版 2023年』
- 『日常で役立つ化学』 古田ゆかり
- 『有機合成化学』 大冨幸一郎
- 『有機化学の仕組み』 時田澄夫
- 『有機化学基本と仕組み』 斎藤勝裕