

## 消化酵素の研究② ～なぜバナナに消化酵素があるのか～

千葉市立貝塚中学校  
第3学年 朝倉 陽暉

### 1 研究の動機や目的

私は中学1年生と中学2年生の2年間で、タンパク質分解酵素、炭水化物分解酵素、脂質分解酵素の3つの消化酵素について、たくさんのことを研究してきた。そこで、中学校最後の自由研究も消化酵素について研究しようと思った。そして、私は今年自由研究は何にしようかと悩んだ末、そもそも、なぜ果物には酵素というものがあるのかという疑問が浮かんだ。だから、今年自由研究では果物に酵素がある理由について研究するということに決めた。このことについて詳しく調べるために、使う食材はバナナのみを使うことにした。また、去年の自由研究のポスターの発表会で、消化酵素はどのくらいの温度で活性するのかを調べる実験について説明した時に、指導していただいた方に「おかしな点がありこれは正しく実験が出来ていない。」と助言があった。そこで、この点を解決しようと、消化酵素はどのくらいの温度で活性するのかを実験し、調べていきたいと考えた。

### 2 研究の内容と方法

#### (1) 消化酵素が活性する温度を調べる

##### ① 去年の自由研究の反省点

調べた温度が0℃、20℃、40℃、60℃、80℃、100℃でだけで、実際に詳しい値が出ていなかった。また、温度に合わせる方法がガスコンロで湯煎するという方法で、常に同じ温度にすることができなかった。

**<まとめ>** 去年の実験では、温度の管理がしっかりできていなかった。だから、今年の実験では温度の管理をしっかりし、数値の最小単位を一の位にし、もっと詳しい実験の結果を出そうと考えた。

##### ② 消化酵素がどのくらいの温度で活性するのかを調べる実験

**<目的>** 去年の自由研究でもこの実験を行ったが、自由研究のポスターの発表会でこの実験を説明した時に、「おかしな点があり、これは正しく実験できていない。」と助言があった。そこで、①で考えた反省点をもとにそれを改善できるような実験方法を考え、もう一度、消化酵素がどのくらいの温度で活性するのか調べて、きちんとした結果を出す。

**<方法>** ウォーターバス(恒温器)という水を入れ、その水の温度を上昇させて一定に保つことができる機械を使う。ウォーターバスを使うことで、温度を常に一定に保つことができるので、しっかりとした実験ができると考えた。

**<結果>** 消化酵素が1番活性する温度は、37℃ということがわかった。そして、37℃から離れるほど酵素はあまり活性されなくなっていくこともわかった。このように、去年の実験では実際にどの温度で1番活性しているのかがわからなかったが、今回の実験結果で、

それがしっかりと改善することができ、正確な結果を出すことができた。

## (2) なぜバナナに消化酵素があるのか調べる

### ① 文献調査

なぜバナナに消化酵素があるのか調べる実験をする前に、バナナとはそもそもどのような果物なのか調べる。そして、この文献調査で調べたことをわかったうえで実験を進めていく。

#### <わかったこと>

日本にバナナはもともと青いバナナの状態では輸入されていて、輸入された青いバナナは、室(むろ)という倉庫で保管されてエチレングスを発生させる。エチレングスとは、植物ホルモンの一種でバナナを追熟させるもので、青いバナナはこれを発生させて黄色いバナナになる。炭水化物分解酵素はでんぷんを糖に変える。バナナにはその炭水化物分解酵素が多く含まれている。青いバナナはエチレングスを使い、自分自身に含まれている消化酵素をはたらかせて自分自身を糖に変えて甘くなっていく。だから、青いバナナはまだ酵素が使われていないため多く酵素を含んでおり、黄色いバナナは自分の酵素をはたらかせて甘くなっているため、酵素をあまり含んでいない。また、たまに黄色いバナナが黒いバナナになることがある。これは冷蔵庫に保存していて15℃以下でバナナを保存していると低温障害を起こし、皮が黒くなっているだけで、中は腐っているわけではない。

### ② 青いバナナの部位と酵素の量は関係しているのかを調べる実験

<目的> 文献調査から青いバナナは酵素がまだ使われていない状態だということがわかった。

そこで、青いバナナはもともと部位によって酵素の量が決まっているのか、それとも、もともとどここの部位も酵素の量は同じなのか、疑問に思ったので調べる。

<方法> バナナを上から四等分して、一番上を①、二番目を②、三番目を③、四番目を④の部位とする。

<結果> 青いバナナの糖度は部位ごとに多少の差はあるがほぼ同じで、酵素の量はどこの部位も同じということがわかった。つまり、バナナはもともとどここの部位も酵素の量は同じで、熟していく段階で、部位ごとに自分自身に酵素が使われる量が異なり、黄色いバナナは部位ごとに糖度の違いが出ているということがわかった。

### ③ 青バナナが追熟するとき、室温は関係しているのか調べる実験

<目的> バナナは追熟していく段階で酵素が使われていくので、追熟する段階が、バナナに酵素がある理由を考える鍵になると考えた。だから、今回の実験では追熟する時の室温を変えて、黄色いバナナになった時の酵素の量を調べる。

<方法> 保温器という、容器内を50℃と15℃に常に一定に保てる機械にバナナを入れて実験する。今回実験する室温は、5℃(冷蔵庫)、15℃(保温庫)、約30℃(室温)、50℃(保冷庫)で実験する。そして、放置する期間は11日間とする。

<結果> 青いバナナから黄色いバナナに変わる段階の室温が低いと、自分自身が持っている酵素が使われず、追熟することができないことがわかった。そして、室温が高すぎると、バナナの酵素が高温で失活してしまうこともわかった。青いバナナから黄色いバナナに追熟するためには、室温が約30℃でなければいけないことがわかった。このことから、バナナの酵素は周りの温度が30℃でなければ、自分自身に働くことができないということがわかった。

### ④ 青いバナナから黄色いバナナに変わるとき、酵素とバナナはどのような関係か調べる実験

- <目的>** バナナに酵素がある理由を調べるために、バナナ自体に酵素がたくさん含まれている青いバナナから、自分自身に酵素が使われて糖度が高い黄色いバナナまでの、酵素の量とバナナの様子を観察し、酵素があるのとないのではいったい何が違うのかを調べる。
- <方法>** 今回の実験では、一日一つバナナの酵素の量を調べていくのでなるべくもともとの酵素の量を同じにするために、青いバナナを一房用意して実験していく。
- <結果>** 糖度の低い青いバナナはたくさん酵素の量が多く含まれており、糖度が高くなった黄色いバナナは、酵素の量がとても少ないことがわかった。また、バナナに含まれている酵素は、糖度を上げるためにあるということがわかった。バナナがなぜ酵素を使って糖度を上げる必要があるのかということは、『研究のまとめ』でまとめる。

### 3 研究のまとめ

#### (1) 消化酵素はどのくらいの温度で活性するか

今年の実験ではウォーターバス(恒温器)を用いて、1℃ずつ実験をした。消化酵素が1番活性する温度は、37℃である。37℃に近づくほど酵素はより活性していき、37℃から遠ざかるほど酵素はあまり活性しなくなっていくことがわかった。

#### (2) バナナになぜ酵素が含まれているのか

子孫を残すには、バナナは果実を鳥に食べてもらい、種を運んでもらわなければならない。しかし、鳥は果実が甘くなければ寄ってこない。だから、酵素を使って自分自身を甘くして、鳥に果実を食べてもらい、種が鳥の糞としてだされ、子孫が増えていくと思った。つまり、今回の自由研究から、バナナが酵素を含んでいる理由は、子孫を残すためにあるだということがわかった。

### 4 今後の課題

今回の自由研究では、青いバナナを手に入れることがとても困難だった。どこに行っても青いバナナを取り扱ってなくて、なかなか実験を始めることができなかった。そして、親の助けも借りて青いバナナを取り扱っている店を見つけて、青いバナナを手に入れることができた。また、今回の実験はどれも長期のものばかりで、たくさんのバナナとたくさんの時間がかかった。だから、いつも寝る時間が深夜になってしまった。もっと効率の良い方法があったのか、工夫する点があったのか課題である。

### 5 指導と助言

この作品は、中学1年生と2年生の2年間で、タンパク質分解酵素、炭水化物分解酵素、脂質分解酵素の3つの消化酵素について基礎となる研究を行った続編となる。昨年、ポスターセッションの発表会で、消化酵素はどのくらいの温度で活性するのかを調べる実験について説明した。その時に受けた指導の内容を確かめるために、消化酵素がどのくらいの温度で活性するかを実験し調べたものが本年度の作品である。作品は、3年間を通して果物などの食物に含まれる消化酵素について取り組み、展覧会や発表会で受けた助言をもとに課題を解決しようと、文献調査やインターネットを活用した情報収集などを行って、実験に臨んでいる。また、糖度計やウォーターバスを利用するなど実験環境を工夫し、より精度の高い結果が得られるように実験が進められており、このような点に努力が認められる。

(指導教諭 佐久間 省三)