

10 酵素カタラーゼの活性に関する実験

目的

それぞれの条件において、酵素カタラーゼの作用がどのように変化するかを観察することで、酵素の働きと性質を知ることが目的とする。

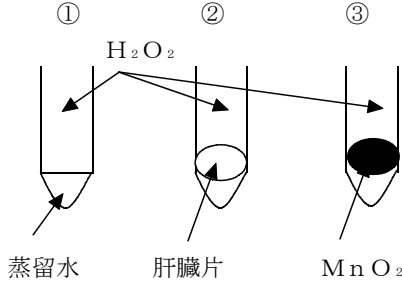
準備

- 材料 肝臓片
器具 試験管、試験管立て、線香
薬品 MnO_2 、 0.1mol/L HCl 、 0.1mol/L NaOH 、 $3\% \text{H}_2\text{O}_2$

方法

[実験1]酵素カタラーゼの作用を知る実験

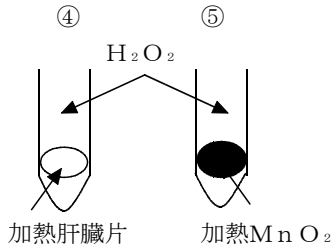
試験管①、②、③の中に蒸留水（適量）、肝臓片、 MnO_2 を入れ、その中に $3\% \text{H}_2\text{O}_2$ を 3mL を加え、反応を観察する。その際、火をつけた線香を近づけて変化を見る。



[実験2]温度による酵素作用の変化に関する実験

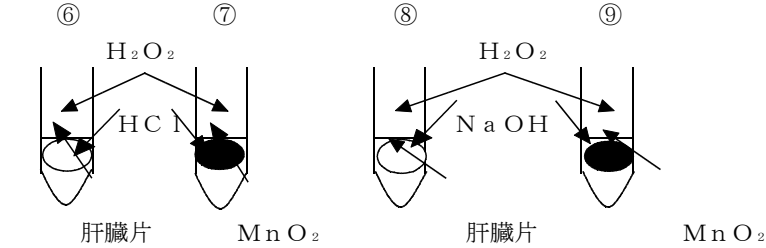
試験管④、⑤に適量の水を入れ、それぞれの試験管の中に肝臓片、 MnO_2 を入れ、ガスバーナーで熱する。沸騰後、※中の水を捨て、そこに $3\% \text{H}_2\text{O}_2$ を加え反応を観察する。その際、実験1と同様に、火をつけた線香を近づけて変化を見る。

※ MnO_2 の水だけを捨てるのが難しい場合には、そのまま $3\% \text{H}_2\text{O}_2$ を加える。



[実験3] pHによる酵素作用の変化に関する実験

試験管⑥、⑧、に肝臓片を、⑦、⑨に MnO_2 を入れ、さらに⑥と⑦には 0.1mol/L HCl を 1mL 加え、⑧と⑨には 0.1mol/L NaOH を加える。そこに $3\% \text{H}_2\text{O}_2$ を加え反応を観察する。その際、実験1と同様に、火をつけた線香を近づけて変化を見る。



結果と考察

試験管番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
反 応									

激しく反応した++， 反応した+， 反応しなかった－

- この実験で発生した気体は何か。また、化学反応式をかけ。
- 加熱したことにより、肝臓片、 MnO_2 での反応はどのように変化したか。
- 酸性やアルカリ性により、肝臓片、 MnO_2 での反応はどのように変化したか。
- これらの実験からわかる酵素と無機触媒の作用の共通点と違いをまとめよ。
- これらの実験からわかる酵素の性質を簡単にまとめよ。

実験の反省・感想

クラス 番 号 氏 名

◆◇◆ 酵素カタラーゼの活性に関する実験 ◆◇◆

1. 実験の事前指導
- 酵素に関する内容は主に生物Ⅱで履修する。生物Ⅰや理科総合Aでは酵素の種類を中心に簡単に学ぶ程度である。今回の実験を理解するためには、生物Ⅱを履修していなくても、酵素の働きや構造、基質特異性、温度やpHと酵素活性などの酵素の性質等を学んだ後に実験を行うことが望ましい。
2. 実験の準備
- (1) とりレバー

スーパーで200～300円程度で購入できる。実験の直前にレバーを1cm角に切る。クラスの人数や班の数によっても変わるが、4人／班×10班で1パックで3～4クラスが実施可能である。

(2) MnO₂

粒状か粉末であると思われるが、1本の試験管に2～3粒または薬さじの小さじ1杯程度で十分である。事前に試験管1杯分ずつを薬包紙に取り分けておくとう良い。

(3) 3% H₂O₂

調整後、ビーカー等に必要な分（試験管1本につき3mLで50mLあれば十分）を分注して、各班に配っておくと実験中混乱しない。

(4) 1mol/LのHClおよびNaOH

試験管1本につき1mL程度なので余裕を持って30mL用意しておけば十分である。教師用実験台にピペットと共に用意しておき、必要時に取りに來させる。

(5) 試験管

試験管立てに必要な本数を用意しておく。

3. 実験の手順および説明
- 実験1～3を続けてやらせるのではなく、実験1がほぼ全班終了後実験2に移るよう指示した。実験2から実験3へも同様である。この実験は、決して危険なものではないが、火やHCl、NaOHを扱う。したがって、生徒にあらかじめ注意することはもちろん、各実験ごとに区切って実施するほうが、全体に目が行き届くため安全である。また、実験の意味を考えさせる意味からも時間を十分にとって実験をさせるほうが良い。

4. 実験の結果および考察
- 生徒たちが実際に行った実験の結果は概ね次の通りである。
- | 試験管番号 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ |
|-------|---|----|----|---|----|---|----|---|----|
| 反 応 | － | ++ | ++ | － | ++ | － | ++ | － | ++ |
- ++激しく反応した +反応した －反応しなかった

- 〔実験Ⅰ〕
- 〔実験Ⅰ〕は〔実験Ⅱ・Ⅲ〕との比較のための対照実験である。その意味からも実験1はしっかりとその反応を確認させる必要がある。H₂O₂を加えた後泡が出た時、また線香を近づけた時にぽつと火があがった時には生徒から声上がるほどである。特に試験管番号①は何のために行う実験かを理解させる必要がある。つまり、H₂O₂は自然に分解されることはなく、酵素カタラーゼや無機触媒であるMnO₂の作用を受けて分解が起こったことを確認することができる。また、実験3でpHと酵素反応を実験するが、②、③はpH7での実験を兼ねている。

- 〔実験Ⅱ〕
- 〔実験Ⅱ〕は温度と酵素反応の実験である。実験Ⅰの②、③と実験Ⅱの④、⑤を比較して考察させることが重要である。つまり酵素カタラーゼは常温(温度を測定しておくとう良い)では活性があるが、加熱したことに

よってその活性が失われることが確認できる。一方、無機触媒であるMnO₂は加熱しても活性が失われないことがわかる。今回は加熱した場合の酵素活性の変化を確認したが、試験管をあらかじめ氷水で冷やして低温での活性を実験するとさらに生徒の理解が深まると思われる。なお、肝臓片の煮沸に時間を要するので、時間に余裕を持たせるために事前に肝臓片を煮沸しておくとう時間を短縮することができる。

- 〔実験Ⅲ〕
- 〔実験Ⅲ〕はpHと酵素反応の実験である。前述の通り、HClやNaOHを使用するため、扱いには十分注意させる必要がある。⑥と⑧(特に⑧)において+と答えた班がいくつかあったが、これはHClやNaOHに肝臓片を浸す時間が足りなかったと考えられる。長時間浸す必要はないが、あまり短い時間だと反応が起こってしまうことがあるので注意したい。または、試験管に肝臓片を入れる時に試験管の縁に肝臓片が触れてしまい、それとH₂O₂が反応してしまったことが考えられる。
- 試験管番号②・③・⑥・⑦・⑧・⑨を比較することにより、pHと酵素反応、無機触媒との反応を確認させることができる。

6. 生徒による考察
- (1) この実験で発生した気体は何か。また、化学反応式をかけ。

(解答例) 発生した気体…酸素 化学反応式…2H₂O₂→2H₂O+O₂

※事前指導により、多くの生徒が正解を答えることができると思われるが、中にはカタラーゼやMnO₂を反応式に加えてしまう生徒がおり、指導が必要である。

(2) 加熱したことにより、肝臓片、MnO₂での反応はどのように変化したか。

(解答例) MnO₂では、加熱しても反応に変化が見られずともに激しく反応したが、肝臓片では、加熱前は激しく反応したのに対し、加熱後は反応が起こらなかった。

※概ね解答することができる。変化が起こった理由も設問に加えると良い。

(3) 酸性やアルカリ性により、肝臓片、MnO₂での反応はどのように変化したか。

(解答例) MnO₂ではpHの変化によって反応に変化が見られず、ともに激しく反応したが、肝臓片では、中性で(試験管②)激しく反応したのに対し、酸性やアルカリ性では反応が起こらなかった。

※実験の主旨を理解していない生徒が数名いた。前述の通り特にアルカリ性で反応が起こったと答える生徒もおり、レポート提出後のフォローが必要である。

(4) これらの実験からわかる酵素と無機触媒の作用の共通点と違いをまとめよ。

(解答例) 共通点…化学反応を促進する。(H₂O₂の分解を促進する。)

相違点…酵素は熱やpHの影響を受けるが、無機触媒は熱やpHの影響を受けない。

※無解答のものが多くなる。やや難しい設問かもしれない。最適温度や最適pH等の用語を使って説明する生徒もいる。

(5) これらの実験からわかる酵素の性質を簡単にまとめよ。

(解答例) 酵素は加熱することによって熱変性し失活してしまう。

酵素は最適pHをもち、pHが変化すると失活してしまう。

※(4)よりも解答率は高い。タンパク質の立体構造が変化し失活が起こることまで解答できることを期待したが、多くは熱変性や失活までしか記入することができなかった。事前指導の重要性がよくわかるとともに、設問の問い方にも工夫が必要であった。

7. 参考資料
- 高等学校 生物Ⅱ 教授資料 啓林館