

酵素実験における発展的な授業展開

- 嫌気的条件下で行う簡易代謝実験（第2報） -

高桑 純

チャック付きポリ袋を使ったデヒドロゲナーゼに関する実験を利用し、生徒が1つの実験結果から新たな課題を発見し、仮説を立て、仮説を検証するための実験方法を創造するという、一連の実験を取り入れた授業の展開方法を検討した。

[キーワード] 高等学校生物 ドライイースト デヒドロゲナーゼ チャック付きポリ袋

はじめに

2001年発行の北海道立理科教育センター研究紀要第14号において、「嫌気的条件下で行う簡易代謝実験」と題し、チャック付きポリ袋を使ったドライイーストのデヒドロゲナーゼに関する実験方法を紹介した。今回は、この実験方法を利用して、生徒の科学的思考力や創造力を生かす授業展開を工夫した。

1 科目と単元

酵素の働きについては、生物の「細胞の機能と構造」で簡単に扱うことになっているが、ここで紹介する実験は、クエン酸回路において作用しているデヒドロゲナーゼの活性を調べる設定となっているため、生物の「生物体内の化学反応と酵素」で取り上げることが望ましい。

2 事前の学習内容

実験に先立って、酵素の性質と異化について学習しておく必要がある。特に、酵素と基質との関係、酵素活性の最適条件、クエン酸回路における反応について理解していることが望ましい。

3 実験の展開

(1) デヒドロゲナーゼの反応の提示

デヒドロゲナーゼによる脱水素反応と酸素呼吸における脱水素反応の意義について確認する。さらに、メチレンブルーを用いることで脱水素反応を色調の変化（青色→無色）で確認できる

ことを理解させる。この場合、必要に応じて教師が演示してみせることが有効と思われる。ツンベルグ管の仕組みも含めて指導してもよいし、以下に紹介するチャック付きポリ袋を使った方法で指導してもよい。

(2) 実験の準備

基本的には「北海道立理科教育センター研究紀要 第14号 2001 pp.32-35」によるが、各実験区（A～C）の条件は表1のとおりで行う。

表1 各実験区の設定

実験区	主室 (ポリ袋下部)	副室 (ポリ袋上部)
A	酵素液	クエン酸
B	酵素液(加熱処理)	クエン酸
C	酵素液	水

なお、メチレンブルーはA～Cの全ての実験区の副室に入れるものとし、クエン酸は0.3Mクエン酸ナトリウム水溶液を用いる。

(3) 仮説

(2)「表1 各実験区の設定」から、A～C結果がどのようなになるか、理由を付けて仮説を立てさせる。

(4) 実験の実施

この実験方法は、使用する材料や薬品の量も少量であり、器具も身近で安価な素材を利用しているため、可能であれば個人で行わせることが理想的である。もちろん数名からなる班で協力して行ってもよい。

(5) 結果と考察

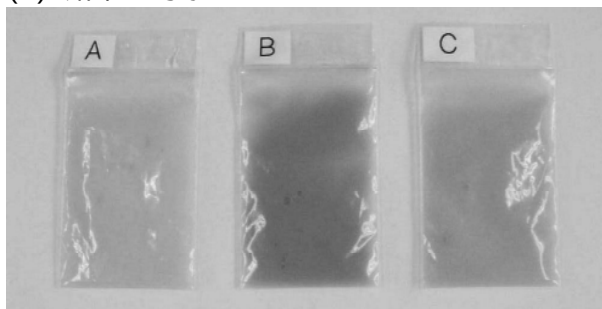


図1 実験結果 1

操作に大きなミスがなければ，結果は図1のようになる。Aがほぼ完全に脱色した時点で，Bは実験前と変化が無く，Cはある程度脱色が起こる。自分の仮説と実験結果を比べ考察させる。基本的な理解ができている生徒ではAとBについて仮説とおりの結果になると思われるが，Cについて結果を正確に予想できる生徒はほとんどいないと思われる。そこで，なぜCにおいてわずかに脱色が起こるのか考察させる。ここで，生徒の考察として考えられる例を挙げてみた。なお，他にも様々な考察が考えられるが，実験の前提（メチレンブルーの呈色の仕組みや酵素反応の性質）を否定するような考察は除外している。

ア 酵素反応以外の作用により水素が生じた。

イ 酵素液に基質となる物質が含まれていた。

アについては，Bの結果との比較により否定できるため，イが最も合理的な考察であるという結論に導くことができる。

実験操作にミスがあり，図1のようにならない場合も考えられる。しかし，再現性の高い実験なので，他の班の結果などと比較させることで，実験結果が操作上のミスによって得られたことに気付かせることができる。

(6) 考察の確認

(5)で導いた考察（「酵素液に基質となる物質が含まれていた。」）を確認するために，どのような実験を行えばよいか検討させる。ここでは，施設設備の面で理想的環境を前提とした実験計画ではなく，自分たちの学校で，自分たちの技術で実施可能な実験計画を立てさせる。

たとえば，ドライイーストから不純物を取り除く等の方法も考えられるが，高等学校の実験設備で確認実験を行うことは不可能である。いくつかの考えを挙げさせてみる。できる限り純粋なイースト菌を得ることが目的であるから，培養して菌体を集める方法を挙げる生徒も出てくると思われる。必要に応じて，教師が考えを導いてやるとよい。

(7) 確認実験

ドライイースト0.1gを滅菌水100 mLに混ぜ，さらに滅菌水で 10^4 倍にうすめる。

滅菌しておいたペトリ皿に酵母の完全培地に寒天を加えて溶かしたものを流し込み固める。

の懸濁液0.2 mLを の培地上に撒き，コンラージ棒で全面に広げてから30 分で2日培養する。

培地全面にコロニーが成長するので，コンラージ棒で菌体を集めて純水に混ぜ，酵素液をつくる。

(2)と同様に実験を行う。

(8) 確認実験の結果

図2のように，BとCでほとんど差が出ない。したがって(5)で導いた考察が正しいことが確認できる。

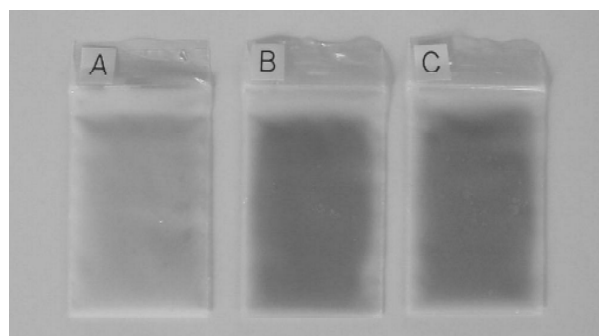


図2 実験結果 2

おわりに

以上の実験を展開することで，1つの実験結果から新たな課題を発見し，それを解決するための実験を創造させることができる。

（たかくわ まこと 生物研究室長）

高桑