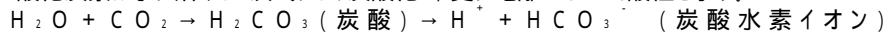


アルコール発酵と温度

目的: キューネの発酵管や試験管を用いてアルコール発酵を観察し、反応生成物や温度に係わる反応条件をしらべる。

探求仮説: 『アルコール発酵の酵素・チマーゼの働きは、糖から二酸化炭素とアルコールを生じるとともに、温度の条件により影響を受ける。』を検証する。

プリンシプル: 二酸化炭素は水に溶解すると次式により炭酸化し、更に電離して H^+ で酸性を示す。



溶液が塩基性の場合一緒に中和が起こり、この反応は促進されて、管内の二酸化炭素ガスが気層から無くなるため一種の真空状態となり指が強烈に吸い込まれる。次に習う呼吸商の実験装置「マノメータ」ではこの現象を応用して吸収または排出した酸素量を測定する。

アルコール(正しくはエタノール・エチルアルコール・ C_2H_5OH)は^{アルカリ}塩基性条件下でヨウ素液と共に60~80℃に加熱すると特異臭のあるヨードホルムを生じる。ヨードホルムは殺菌力が高く、10年ほど前までは保健室などの消毒剤に用いていた。慣れないとわかりづらいが、一度覚えたとなくなかなか忘れないにおいで。

本実験で用いる酵母菌は粒状であるが、れっきとした子の菌類(カビ)の仲間である。よって原核生物の多い細菌類とは異なり核もミトコンドリアもしっかりもっており、周囲の酸素環境により高酸素環境では1ブドウ糖あたり38 ATPと、ATP獲得効率の良い好気呼吸を行い、低酸素環境では1ブドウ糖あたり2 ATPと効率は悪いが無酸素でも呼吸できる嫌気呼吸で生き延びる。ところで諸君が東京に出たとき、住居光熱費を入れて1日当たり四千元必要とする。これを時給3800円のアルバイトでまかなう場合と時給2000円のアルバイトでまかなう場合で何れがたらく必要があるのか…。酵母菌が可能ならば好気呼吸を選ぶ理由はこれに似ている。

尚、本実験では酵母菌を用いるが、一般植物も洪水などで水没した嫌気条件ではアルコール発酵で嫌気呼吸して堪え忍ぶ。代表はリンゴと水中にまいたイネである。なお、ジャガイモは例外的に乳酸発酵し、酸っぱくなる。ジャガイモを密封してはいけない。(御所山柳沢小屋の保存ジャガで作ったカレーのすっぱマズかったこと!!?)

材料:

1班当たり: イースト液(酵母液)、5%ショ糖液、3%水酸化ナトリウム液、ヨウ素液、キューネ発酵管1、試験管3、ゴム栓3、針先を丸めた注射針3、プラスチック製注射器(5ml)、ピペット

演示用: 1-4 セット 1%エタノール50ml、ヨウ素液2ml、三角フラスコ、ホットプレート

方法:

活性化済み酵母液2Lあたり砂糖100gを加えた酵母液を、各班に150mlづつ分ける。

0、室温(20)、40、60 それぞれの分担を班内で決める。

室温分担者はキューネ発酵管を用い(へ)、他者は目盛付試験管セットを用いる(へ)。

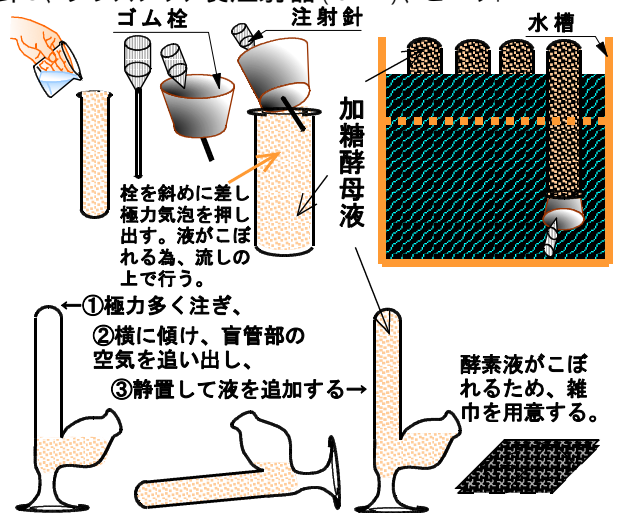
目盛付き試験管3本にそれぞれ酵母液を満たし、極力気泡が入らないよう注意して注射針付きゴム栓をかぶせる。ゴム栓のゆるみ、試験管口の割れに注意する。右図上(栓をセット後 へ)

残りの液をキューネの発酵管に入れ、盲管部に気泡が入ないようにして静置する。右図下

各試験管は、任意の温度の水槽に行き、右図右上のように、水槽用試験管立てに逆さまに浸す。また、室温のキューネ発酵管は、そのまま机上に静置する。

一定時間ごとに発生した気体量を記録する。尚、盲管部の先端(凸部)に気泡が溜まり、液面が最初が目盛線に達した時間を0分とし、7分目まで記録する。

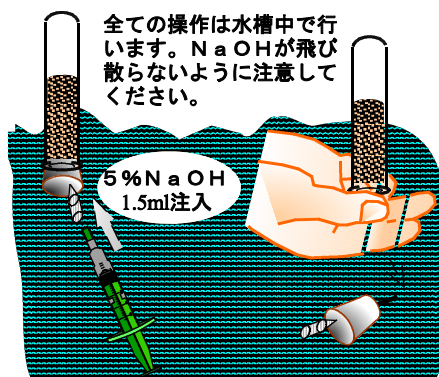
② の実験を終えた試験管や発酵管はバケツの水等で冷却した後、気体を二酸化炭素であると仮定し、水酸化ナトリウムで調べる。この時点でほとんどガスの発生が観察されない管があると推定されるので、その管は、60℃の湯で温め、十分にガスを発生させ、冷却してから次の実験に用いる。



右図のように水槽中で5% NaOHを1.5 ml注入し、更に水中でゴム栓をはずし、親指で確実にフタをする。

キューネの発酵管の場合は、管口を上に向けたままNaOH液を満たした後、親指で確実にフタをする。

親指でフタをしたまま持ち上げ、周囲にぶつからないように振る。もし、管内のガスが二酸化炭素の場合、炭酸化して強アルカリであるNaOH液と中和しながら液に溶解込み、その分管内の気体体積が減少するため、親指が試験管に引き込まれる。確認したら水中で指を離し、管内に入ってきた水で、減少した二酸化炭素の体積を観察する。

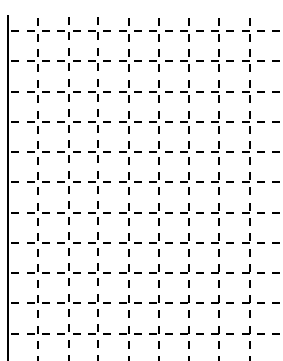


続いてヨードホルム反応によりエタノール(エチルアルコール)の存在を調べる。まず、管内の液を約1cm残して捨て、ヨウ素液を加え、臭いを調べる。つづいて80℃の温湯に5分以上入れ、臭いの変化を調べ、あらかじめ純粋に合成した。ヨードホルムの臭いと比較し、実験でもヨードホルムが生じたことを確認する。

結果

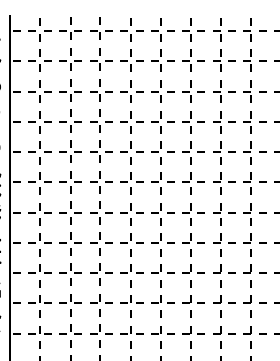
温度 分	1	2	3	4	5	6	7
0							
増分 / 分							
室温(20℃)							
増分 / 分							
40							
増分 / 分							
60							
増分 / 分							

↑気体発生量



時間(分) →

↑1分あたりの気体発生量(増分)



時間(分) →

考察とまとめ

探求仮説について、

実験より、二酸化炭素は発生したといえるか。

二酸化炭素発生を調べる、その他の方法を2つ答えなさい。

実験よりエチルアルコールは発生したといえるか。

発酵を利用した食品の例を1つ答えなさい。

で答えた食品は、発酵によりどのようなメリットが生まれているか。

本実験結果から、酵母のアルコール発酵酵素・チマーゼの最適温度はどのくらいか。日本語表現に留意して答えなさい。

本実験はすべて盲管を用いて、空気が入らないようにして実験を行っている。空気が入らないようにした理由は何ぞか。

家でリンゴをビニール袋に密閉したら、袋がガスで膨らんだ。本実験から考えて、このガスの成分は何か。

月 日 天気 温度 年 組 番氏名