

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生物及地球科學科

031706

不同磁極磁場對酵母菌發酵作用的影響

學校名稱：雲林縣立建國國民中學

作者：  國一 曾建穎  國一 陳寅駿	指導老師：  陳敦理
---------------------------------	------------------

關鍵詞： 磁場、酵母菌、發酵作用

# 不同磁極磁場對酵母菌醱酵作用的影響

## 壹、摘要

在地球歷史中，每隔一段時間就會發生地球磁場倒轉。當地球磁場方向倒轉時，大量生物因此死亡，部分海洋生物因而絕種，似乎地球磁場會影響到地球上的生物的活動(文獻一)。於是我們利用這個機會，探討磁場對酵母菌產生什麼影響。

我們所得到的結果是酵母菌在南極磁場處理下，由酵母菌醱酵作用所產生的二氧化碳推升水柱，通過刻度的時間較短。在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的重量和溫度變化不大，各組間幾乎沒有差別。在酵母液酸鹼值的影響和糖度的變化方面。北極磁場處理的酵母液酸鹼值下降較多，酵母液糖度下降較快。綜合我們的結果，我們發現北極磁場會促進酵母菌醱酵作用的進行。

## 貳、研究動機

當地球磁場方向倒轉時，大量生物因此死亡，部分海洋生物因而絕種，似乎地球磁場會影響到地球上的生物的活動(文獻一)。在現代生活中，一般人每天使用的吹風機磁場強度是地球磁場的四百倍，電腦斷層掃描(CT)所產生的磁場強度是地球磁場四萬倍(文獻六)。曾有高中生物科展研究電磁場對結球白菜生長之影響，發現 60 毫高斯(mG)的磁場使結球白菜無法產生某些蛋白質(文獻二)。於是我們利用這個機會，探討磁場對酵母菌產生什麼影響。

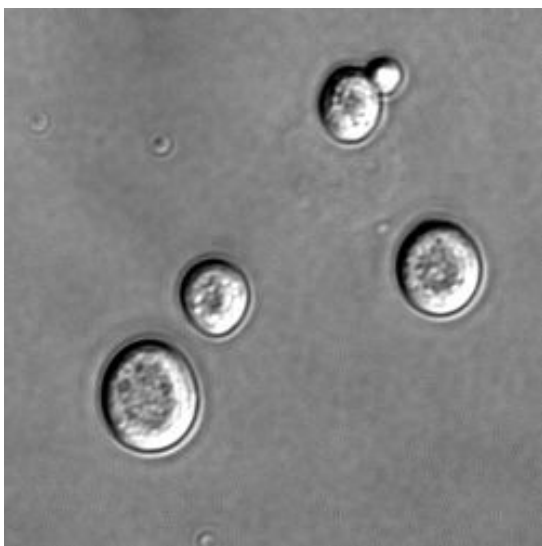
## 參、研究目的

- 一、探討不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳的影響
- 二、探討不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液溫度的影響
- 三、探討不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液重量的影響
- 四、探討不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液酸鹼值的影響
- 五、探討不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液糖度的影響

## 肆、研究設備和器材

### 一、研究對象

酵母菌在國中自然課本中有介紹，酵母菌是一種微小的單細胞菌類，肉眼無法看到，需使用顯微鏡才能觀察(文獻三)。在缺乏氧氣時，醱酵型的酵母菌透過將糖類轉化成為二氧化碳和酒精來獲得能量。在釀酒過程中，酒精被保留下來。在烤麵包或蒸饅頭的過程中，二氧化碳將麵團發起，而酒精則揮發。



圖一，顯微鏡下的酵母菌，最上方的酵母菌正在行出芽生殖。(圖片來源：維基百科)

## 二、器材

電子秤、攪拌器、攪拌子、密瓦基 PH600 酸鹼度測試筆、溫濕度器、50W 防爆玻璃加溫器、碼錶、顯微鏡、載玻片、蓋玻片、尺、研鉢、杵、量筒、燒杯、玻璃管、塑膠長型水盆、錐形瓶、溫度計、滴管、25mm 和 30mm 鈦鐵硼強力磁鐵、橡皮塞、鍍鋅鉛線、水桶、奇異筆、鑷子、刮杓、濾紙、試管、試管架、數位相機

## 三、藥品

葡萄糖、酵母發粉(真好家酵母發粉)、凡士林、本氏液

## 伍、研究過程及方法

### 一、決定研究對象：由草履蟲改到酵母菌

我們在網路上看到一組短片，草履蟲在沒有外加磁場的環境時，草履蟲在影片中任意游動。實驗組的草履蟲環境中外加磁場強度為30T(tesla)，這個時候，草履蟲游動的方向竟然變得只會在磁力線的方向移動。我們十分好奇到底磁場對草履蟲的行為有什麼樣的影響，於是我們開始培養草履蟲。只是培養出來的草履蟲數量和品質都不是很好。

後來我們想到本來要拿來觀察草履蟲進食的酵母，酵母在一般超市就能夠買到。真空包裝的技術可以在室溫存放酵母，開封後放在冰箱冷藏就可以保存。實驗的時間、設備比較不會受到限制，因此我們決定以酵母來當作研究對象。

### 二、決定實驗中使用酵母液濃度：由每 100ml 葡萄糖液 3 克酵母減少到 1 克酵母

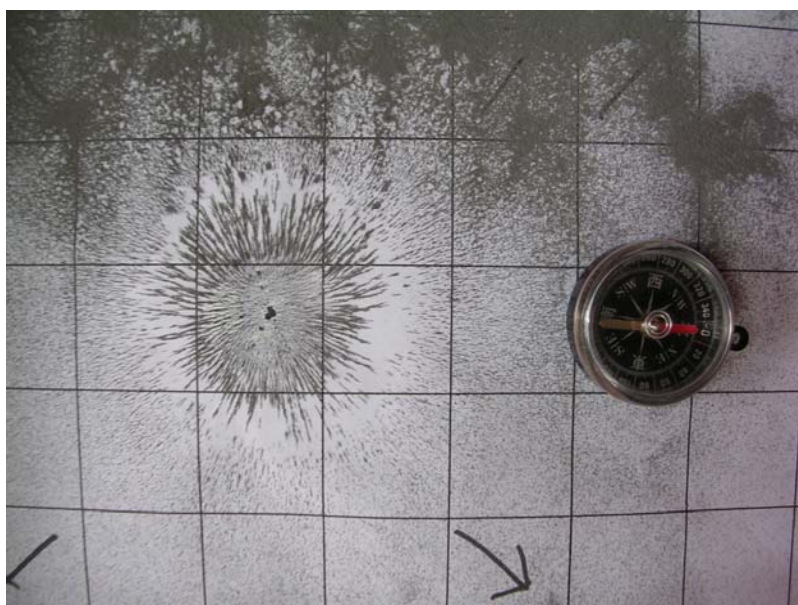
### 三、決定實驗所使用的磁場強度：修改成 1000 高斯永久磁鐵

地表磁場大約為300-500毫高斯(文獻六)，吹風機磁場約為地球磁場四百倍(在距離3公分時可到兩萬毫高斯)。生活中接觸到比地球磁場強度大數百倍到數萬倍的機會比以前增加許

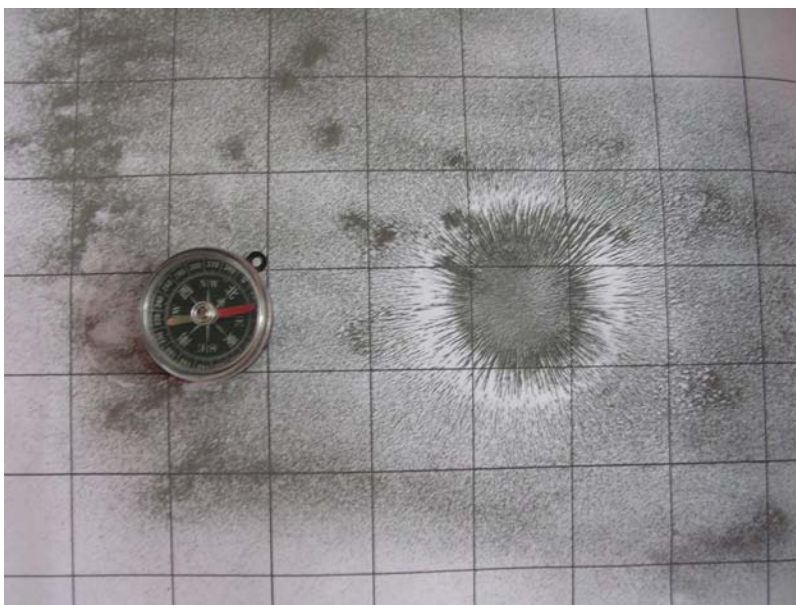
多。

最後我們選擇直徑30mm釹鐵硼強力磁鐵來進行實驗。這樣的直徑大小可以包含錐形瓶底部的中心區域。30mm釹鐵硼強力磁鐵的磁場強度大約有1000高斯(G)。我們利用鐵粉在畫有3公分乘3公分格線的白紙上，把直徑30mm釹鐵硼強力磁鐵放在塑膠盆底下並撒上鐵粉來估計錐型瓶中的酵母菌液所受的磁場(圖二、圖三)。

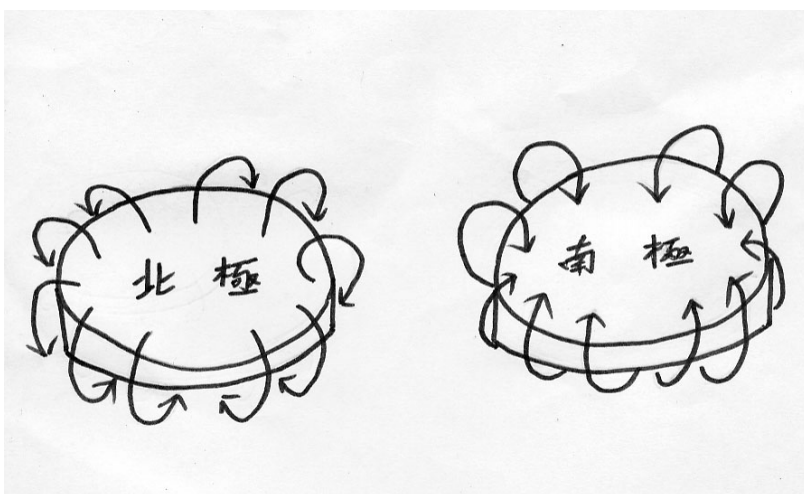
錐形瓶底外加磁鐵北極朝上的實驗組，所受到的磁場強度大約有 1000 高斯，在磁鐵外的方向由磁鐵北極開始，繞一橢圓形回到磁鐵南極(圖四)。錐形瓶底外加磁鐵南極朝上的實驗組，所受到的磁場強度大約有 1000 高斯，在磁鐵外的方向由磁鐵北極開始，繞一橢圓形回到磁鐵南極(圖四)。



圖二，30mm 釹鐵硼強力磁鐵北極向上時所產生的磁力線。方格為 3 公分。



圖三，30mm 釹鐵硼強力磁鐵南極向上時所產生的磁力線。方格為 3 公分。



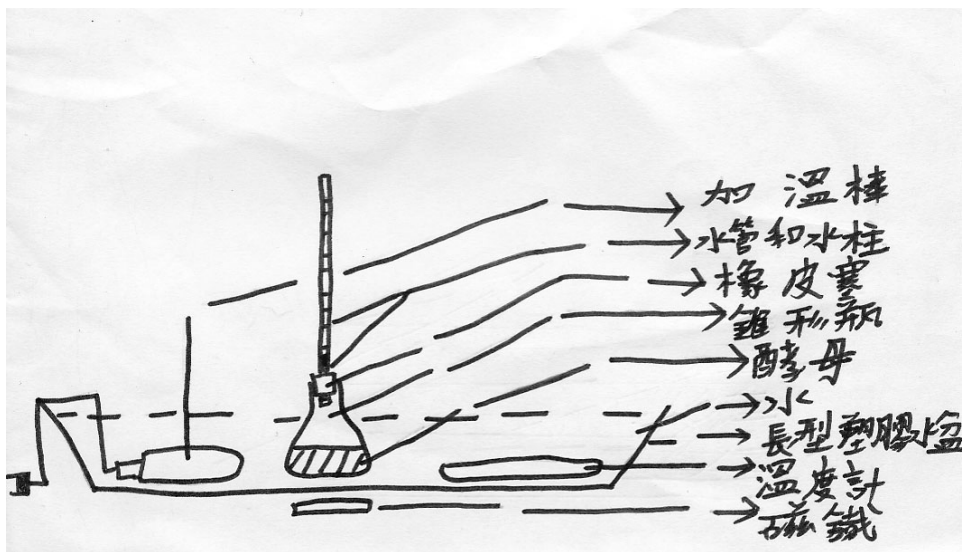
圖四，30mm 釹鐵硼強力磁鐵不同磁極向上時所產生的磁力線示意圖。

#### 四、決定測量酵母菌行醱酵作用產生二氧化碳速率的裝置

我們找到文獻中以改良的裝置來測量酵母菌行醱酵作用產生二氧化碳的速率(文獻四)。我們也試著利用這種裝置來做測量，可是發現我們沒有吸量管，而且也沒有適合大試管的橡皮塞。最後找到實驗室橡皮塞尺寸和錐型瓶可以配合，而學校也有長180公分的空心玻璃管。於是請組長幫我們截成大約40公分的長度。截斷處修理平整以免實驗時受傷。改良過後的裝置如圖五、圖六所示。在水柱頂端經過0的刻度時開始計時，記錄水柱頂端經過每個刻度的時間，直到30公分的刻度為止。



圖五，錐型瓶、空心玻璃管與橡皮塞組合起來後的情形。塑膠盆中為 30°C 的溫水，裡面有加溫棒保溫



圖六，測量酵母菌行醱酵作用產生二氧化碳速率的裝置示意圖。

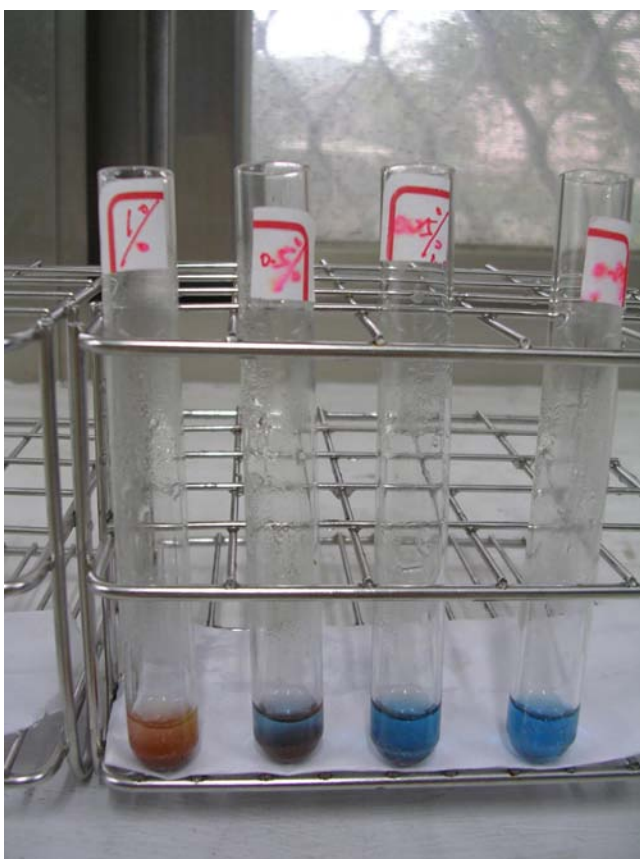




圖七，空心玻璃管內的水柱經過刻度的情形

##### 五、決定測量酵母菌行醱酵作用時糖度改變的方法

我們曾利用經學過用本氏液來測量麵包中澱粉被分解成葡萄糖的實驗(文獻九)。先讓不同磁場處理的酵母液通過濾紙兩次。再來我們把濾液稀釋成 0.1、0.08、0.06、0.04 倍。最後以數位相機照相，再利用影像處理軟體來估計變色程度與糖度關係。



圖八，不同濃度葡萄糖液變色情形(圖中葡萄糖液濃度由左到右分別為1%、0.5%、0.25%、0.125%)

## 六、數據分析

在數據分析時，我們利用試算表軟體 Microsoft Excel 計算各組數據的平均數和標準差，並製作各組數據的平均數和標準差的散布圖，任何有缺少數據的組別或是數據有問題的組別在分析時都事先排除。

## 七、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳的影響研究方法

- (一)、實驗前四小時食品用酵母從冰箱 4℃ 冷藏室取出回溫
- (二)、用辦公室開飲機 92-96℃ 熱水清洗實驗器具，減少細菌滋生機會，清洗完倒置晾乾。
- (三)、以 32 克葡萄糖放入燒杯中，加入開飲機涼水到 320ml，以調配 10% 葡萄糖溶液，用攪拌器溫和攪拌，使葡萄糖液溶解。
- (四)、量取酵母粉。每 100ml 葡萄糖液放 1 克酵母粉。
- (五)、把酵母粉倒入研鉢，倒入少量葡萄糖液攪拌均勻。把酵母溶液倒到燒杯中，用葡萄糖液沖洗研鉢，倒回燒杯中。將燒杯中 100ml 酵母液全部倒入錐形瓶中。
- (六)、淺盆中裝入約 3 公分溫水，以熱水將溫度調到 30℃，用加熱棒加熱到 30℃，用溫度計確定。
- (七)、把裝有 100ml 酵母液的錐形瓶和空心玻璃管、橡皮塞組合起來。



- (八)、用滴管及鉛線製造水柱，在確定橡皮塞塞緊後，水柱高出橡皮塞即可。
- (九)、把裝置放入淺盆中。在水柱經過第一刻度時開始以碼表計時。
- (十)、水柱頂端超過各刻度時計下時間，到 30 公分處停止記錄。

#### 八、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液重量、酸鹼值及溫度的影響

- (一) - (五) 實驗步驟同測量產生二氧化碳的方法
- (六)、以校正過的酸鹼度測試筆測量酵母菌液酸鹼值
- (七)、其中兩瓶用磁鐵北極處理，兩瓶用南極處理，另外兩瓶不放磁鐵。
- (八)、每隔 10 鐘記錄各燒杯中酵母菌液溫度和重量至 30 分鐘時停止
- (九)、第 30 分鐘記錄各燒杯中酵母液酸鹼值

#### 九、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液糖度的影響

- (一) - (六) 實驗步驟同測量產生二氧化碳的方法
- (七)、經過約140分鐘後，以濾紙過濾各組的酵母液。
- (八)、從10%葡萄糖溶液配置1%、0.5%、0.25%、0.125%的葡萄糖溶液
- (九)、把各組的濾液稀釋成0.1、0.08、0.06、0.04倍
- (十)、各試管中分別裝有0.25ml稀釋濾液或葡萄糖液，分別加入約0.5ml的本氏液並使其均勻混合。試管放入熱水中隔水加熱兩分鐘後取出。
- (十一)、把稀釋濾液和葡萄糖液的試管比對顏色變化
- (十二)、利用電腦比對顏色並估計酵母菌液糖度

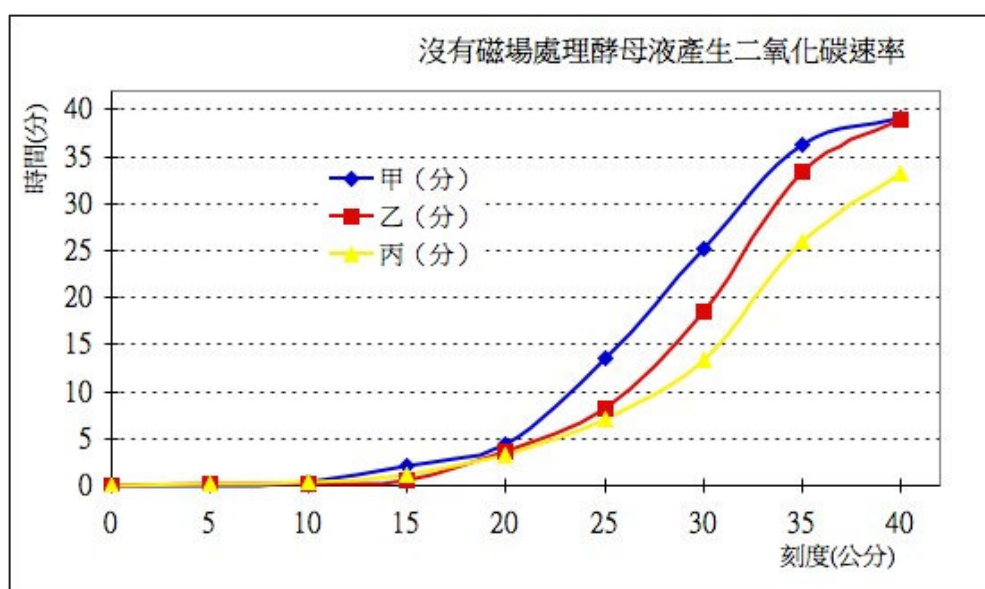
#### 陸、研究結果

##### 實驗一、沒有磁場處理下酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳的速率

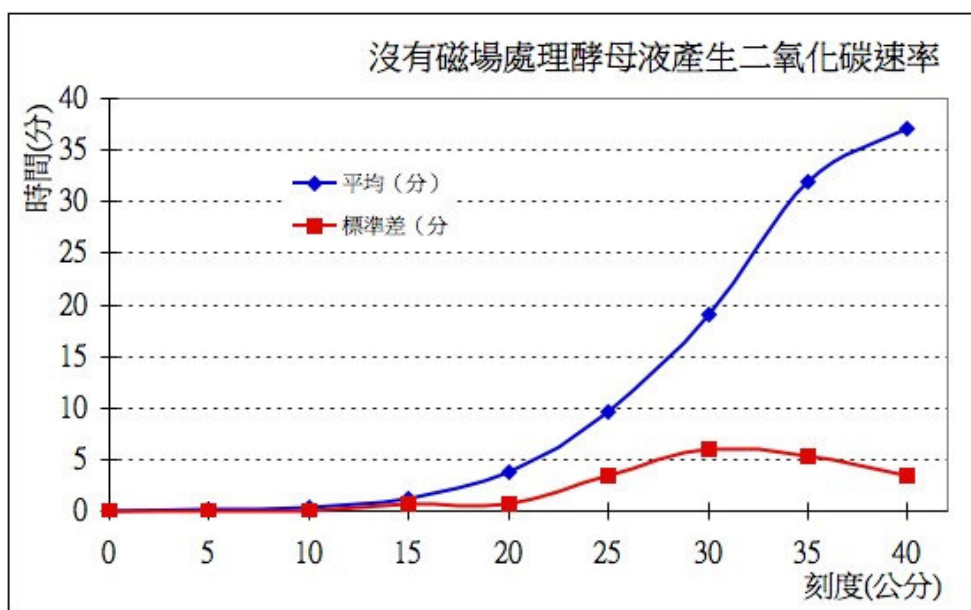
三組沒有磁場處理過的酵母菌液在 27℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間。我們希望這個實驗能幫助我們了解，不同的裝置可能會有多少誤差。其中兩組時間差不多，分別為甲 39.09 分，乙 39.03 分，丙花的時間較少，為 33.21 分(表一)。三者時間變化不大，有一致性。標準差從刻度第 0 公分刻度到第 20 公分下降不大，刻度第 20 公分刻度到第 35 公分刻度持續上升，刻度第 35 公分到刻度第 40 公分有稍微下降(圖十)。

表一，沒有磁場處理過的酵母菌液在 27℃，產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

刻度(公分)	甲 (分)	乙 (分)	丙 (分)	平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.07	0.10	0.11	0.09	0.02
10	0.32	0.27	0.39	0.33	0.06
15	2.06	0.59	1.19	1.28	0.74
20	4.40	3.59	3.20	3.73	0.61
25	13.60	8.20	7.12	9.64	3.47
30	25.21	18.52	13.38	19.04	5.93
35	36.21	33.46	26.04	31.90	5.26
40	39.09	39.03	33.21	37.11	3.38



圖九，沒有磁場處理過的酵母菌液在 27℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間。到達第 40 公分刻度甲 39.09 分，乙 39.03 分，丙 33.21 分。三者平均為 37.11 分，標準差 3.38 分。



圖十，沒有磁場處理過的酵母菌液在 27℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間的平均值與標準差。到達第 40 公分刻度時，平均值 37.11 分，標準差 3.38 分。

## 實驗二、不同磁極磁場處理的酵母菌液，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

### (一)不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

南極磁場處理的各組在到達刻度的平均時間都比較短(表二)。在第 30 公分刻度時北極磁場處理平均 6.82 分，標準差 1.86 分，無磁場平均 6.74 分，標準差 2.36 分，南極磁場處理平均 5.68 分，標準差 0.74 分。北極磁場處理的各組和沒有磁場處理的這兩組到達各刻度花的時間都比較長(表三、表四)，這兩組花的時間在圖形上幾乎是重疊的(圖十一)。只看第二對資料時，三者卻幾乎一樣，但南極磁場處理還是比北極磁場處理和沒有磁場處理的花的時間短(表五)。在第 30 公分刻度時北極磁場處理 5.38 分，無磁場 5.19 分，南極磁場處理 5.02 分。

在把每一對資料相對於同時間進行實驗的無磁場處理組所需時間時，在第 30 公分刻度時北極磁場處理平均比無磁場平均多 0.70 分，標準差 2.02 分，南極磁場處理平均比無磁場平均少 0.11 分，標準差 0.82 分。

表二，北極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C ，產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

水溫 30 ° C 氣溫 25 ° C						
刻度(公分)	北極 1(分)	北極 2(分)	北極 3(分)	北極 4(分)	北極平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.24	0.22	0.20	0.49	0.29	0.14
10	1.02	0.46	0.41	1.40	0.82	0.47
15	2.17	1.26	1.17	2.56	1.79	0.68
20	3.46	2.22	2.06	4.16	2.98	1.01
25	5.24	3.32	3.11	6.15	4.46	1.48
30	8.46	5.38	5.06	8.39	6.82	1.86

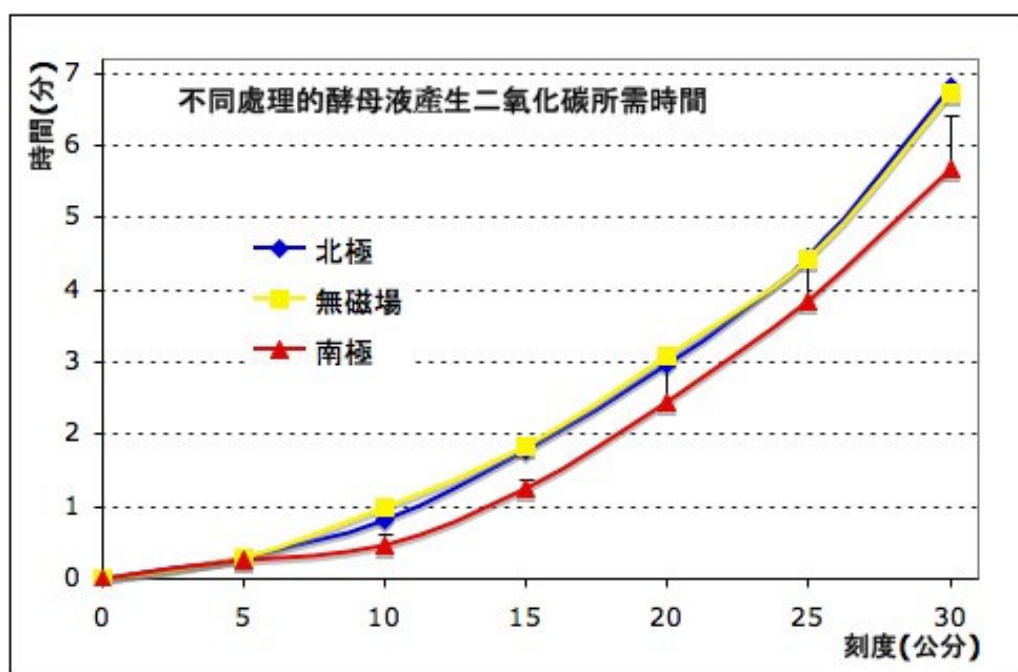
表三，沒有磁場處理的酵母菌液在 30 ° C ，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

水溫 30 ° C 氣溫 25 ° C						
刻度(公分)	無 1(分)	無 2(分)	無 3(分)	無 4(分)	無平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.32	0.25	0.32	0.29	0.30	0.03
10	1.23	0.50	1.14	1.06	0.98	0.33
15	2.39	1.27	2.19	1.53	1.85	0.53
20	4.25	2.28	3.28	2.53	3.09	0.89
25	6.55	3.29	4.33	3.56	4.43	1.48
30	10.24	5.19	6.07	5.46	6.74	2.36

表四，南極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

水溫 30 ° C 氣溫 25 ° C					
刻度(公分)	南極 2(分)	南極 3(分)	南極 4(分)	南極平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.26	0.24	0.24	0.25	0.01
10	0.29	0.58	0.50	0.46	0.15
15	1.12	1.34	1.31	1.26	0.12
20	2.05	3.00	2.34	2.46	0.49
25	3.19	4.08	4.32	3.86	0.60
30	5.02	5.54	6.48	5.68	0.74

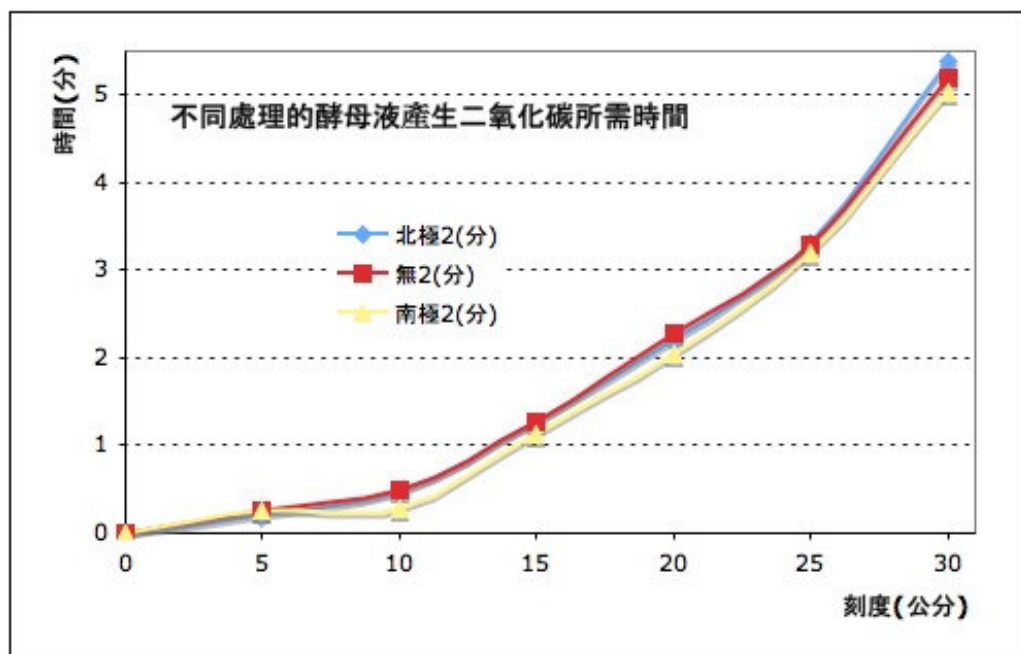
南 1 因時間太長而把數據刪除。



圖十一，不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間。在第 30 公分刻度時北極磁場處理平均 6.82 分，標準差 1.86 分，無磁場平均 6.74 分，標準差 2.36 分，南極磁場處理平均 5.68 分，標準差 0.74 分。

表五，第二對不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

水溫 30 ° C 氣溫 25 ° C			
刻度(公分)	北極 2(分)	無 2(分)	南極 2(分)
0	0.00	0.00	0.00
5	0.22	0.25	0.26
10	0.46	0.50	0.29
15	1.26	1.27	1.12
20	2.22	2.28	2.05
25	3.32	3.29	3.19
30	5.38	5.19	5.02



圖十二，第二對不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間。在第 30 公分刻度時北極磁場處理 5.38 分，無磁場 5.19 分，南極磁場處理 5.02 分。

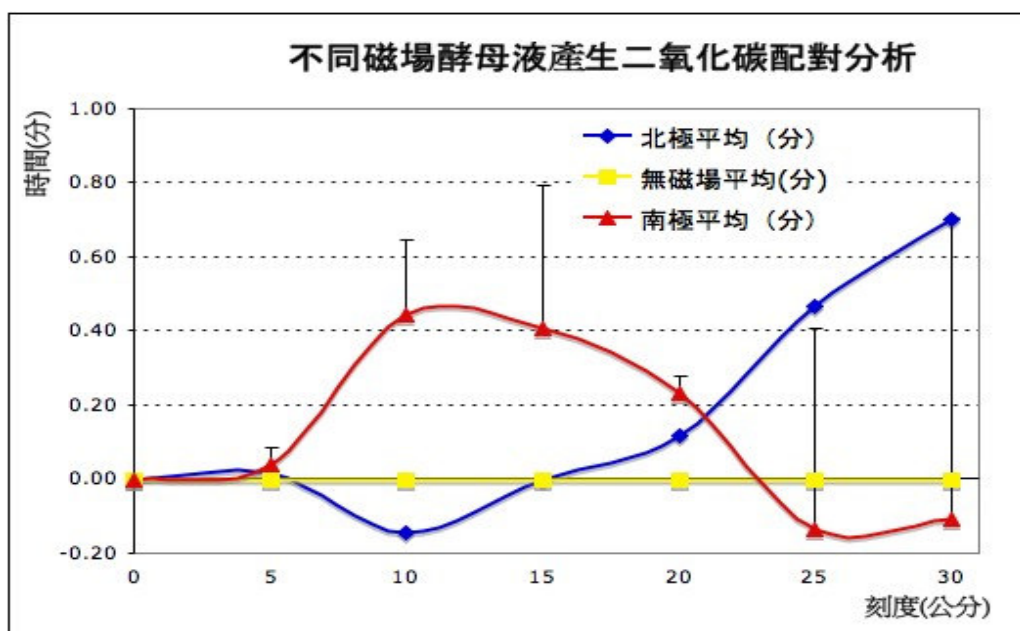


表六，北極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間(相對於同時間進行實驗的無處理組)

刻度(公分)	北極 2(分)	北極 3(分)	北極 4(分)	北極平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-0.03	-0.12	0.20	0.02	0.17
10	-0.04	-0.73	0.34	-0.14	0.54
15	-0.01	-1.02	1.03	0.00	1.03
20	-0.06	-1.22	1.63	0.12	1.43
25	0.03	-1.22	2.59	0.47	1.94
30	0.19	-1.01	2.93	0.70	2.02

表七，南極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間(相對於同時間進行實驗的無處理組)

刻度(公分)	南極 2(分)	南極 3(分)	南極 4(分)	南極平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-0.01	0.08	0.05	0.04	0.05
10	0.21	0.56	0.56	0.44	0.20
15	0.15	0.85	0.22	0.41	0.39
20	0.23	0.28	0.19	0.23	0.05
25	0.10	0.25	-0.76	-0.14	0.55
30	0.17	0.53	-1.02	-0.11	0.81



圖十三，不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間相對於同時間進行實驗的無處理組。在第 30 公分刻度時北極磁場處理平均比無磁場平均多 0.70 分，標準差 2.02 分，南極磁場處理平均比無磁場平均少 0.11 分，標準差 0.82 分。

(二)不同磁極磁場處理的酵母菌液在 28.5℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

這群資料以平均來看，北極處理的各組通過所有刻度的時間最短(表八)。無處理的各組從刻度 10 到 20 時速率加快(表九)。無處理的各組和南極處理的各組從刻度 20 到 30 的速度相似(圖十四)。

表八，北極磁極磁場處理的酵母菌液在 28.5℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

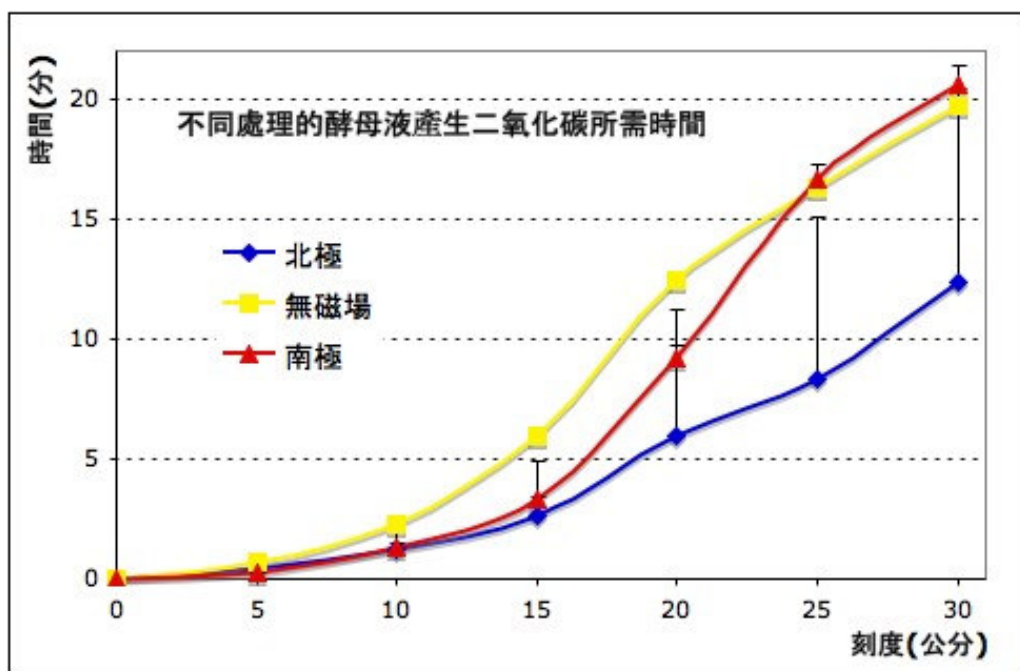
水溫 28.5 ° C 氣溫 18 ° C					
刻度(公分)	北極 1(分)	北極 2(分)	北極 3(分)	北極平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.11	0.24	0.10	0.48	0.55
10	2.36	1.12	0.26	1.25	1.06
15	5.07	2.26	0.49	2.61	2.31
20	11.56	5.09	1.11	5.92	5.27
25	15.01	8.45	1.59	8.35	6.71
30	18.55	15.26	3.25	12.35	8.05

表九，沒有磁場處理的酵母菌液在 28.5℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

水溫 28.5 ° C 氣溫 18 ° C					
刻度(公分)	無 1(分)	無 2(分)	無 3(分)	無平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.12	0.51	1.34	0.66	0.62
10	0.41	2.36	4.17	2.31	1.88
15	1.20	8.26	8.30	5.92	4.09
20	2.17	21.16	14.09	12.47	9.60
25	3.37	24.03	21.54	16.31	11.28
30	5.13	28.55	25.43	19.70	12.72

表十，南極磁場處理的酵母菌液在 28.5℃，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間

水溫 28.5 ° C 氣溫 18 ° C				
刻度(公分)	南極 1(分)	南極 2(分)	南極平均 (分)	標準差 (分)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.17	0.29	0.23	0.08
10	1.27	1.38	1.33	0.08
15	3.19	3.39	3.29	0.14
20	7.43	11.02	9.23	2.54
25	16.28	17.07	16.68	0.56
30	22.02	19.24	20.63	1.97



圖表十四，不同磁極磁場處理的酵母菌液在 28.5°C，所產生的二氧化碳推升水柱通過刻度的時間。在第 30 公分刻度時北極磁場處理平均 12.35 分，標準差 8.05 分，無磁場平均 19.70 分，標準差 12.72 分，南極磁場處理平均 20.63 分，標準差 1.97 分。

### 實驗三、酵母菌醱酵作用時的溫度的變化。

在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的溫度變化不大，各組間幾乎沒有差別(表十一)。

表十一，在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的溫度隨時間的變化

水溫 22° C 氣溫 25° C						
時間(分)	北極 1(° C)	北極 2(° C)	無 1(° C)	無 2(° C)	南極 1(° C)	南極 2(° C)
0	22	22	22	21	22	21
10	21	22	22	21	22	21
20	21	21	21	21	21	21
30	21	21	21	21	21	20

#### 實驗四、酵母菌醱酵作用時的重量的變化。

在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的重重量變化不大，各組間幾乎沒有差別(表十二)。

表十二，在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的重重量隨時間的變化

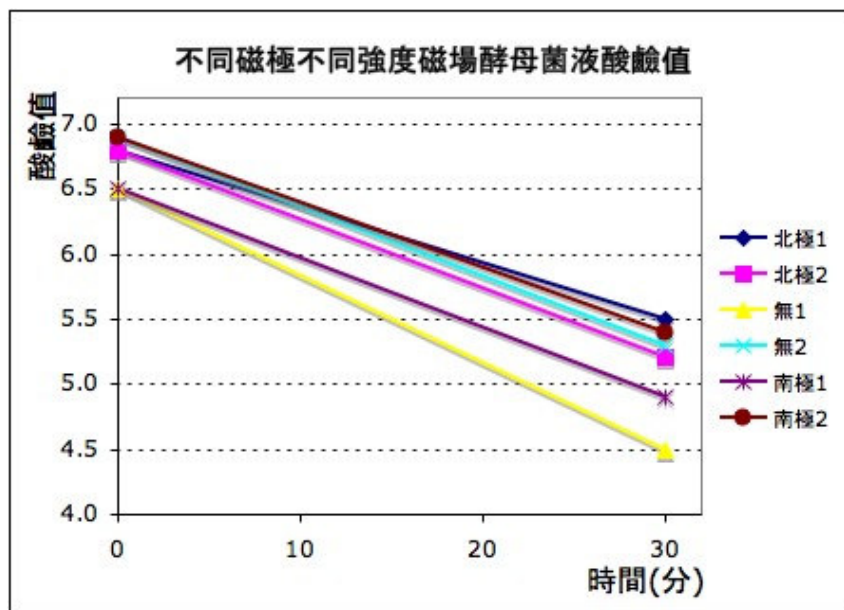
水溫 22° C 氣溫 25° C						
時間(分)	北極 1(克)	北極 2(克)	無 1(克)	無 2(克)	南極 1(克)	南極 2(克)
0	201.2	201.3	175.9	209.3	219.4	208.7
10	201.1	201.6	175.8	209.3	221.1	208.6
20	201.1	201.2	175.8	209.1	221.1	208.5
30	201.1	201.1	175.7	208.8	221.2	208.4

#### 實驗五、酵母菌醱酵作用時酸鹼值的變化。

在不同磁極與不同強度的磁場下，不同處理狀況的各組酸鹼值都有下降，但是在磁場處理下的酵母菌液酸鹼值下降速率較緩(表十三)。

表十三，在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的酸鹼值隨時間的變化

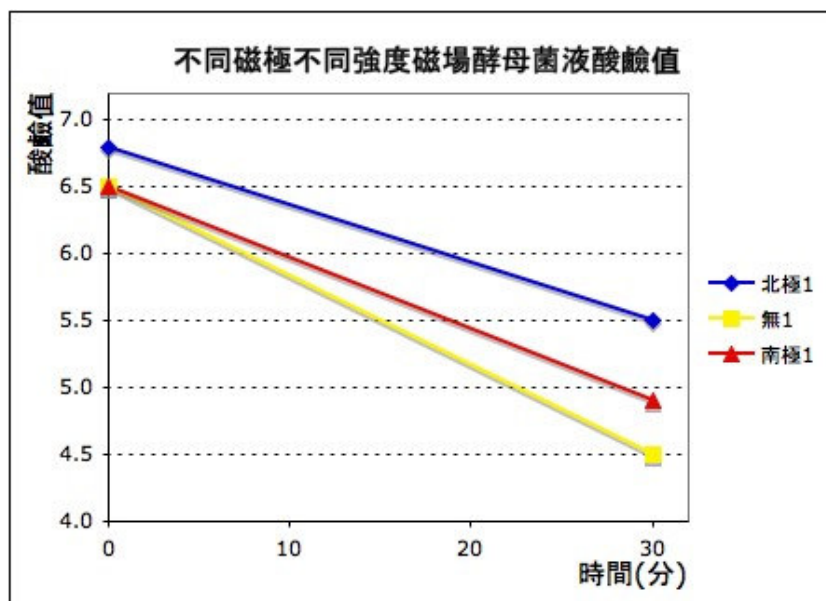
水溫 22° C 氣溫 25° C						
時間(分)	北極 1	北極 2	無 1	無 2	南極 1	南極 2
0	6.8	6.8	6.5	6.9	6.5	6.9
30	5.5	5.2	4.5	5.3	4.9	5.4



圖十五，在不同磁極與不同強度的磁場下，酵母菌液的酸鹼值隨時間的變化。在第 30 公分刻度時北極 1 酸鹼值 5.5，北極 2 酸鹼值 5.2，無 1 酸鹼值 4.5，無 2 酸鹼值 5.3，南極 1 酸鹼值 4.9，南極 2 酸鹼值 5.4。

表十四，第一對不同磁極磁場下酵母菌液的酸鹼值隨時間的變化

時間(分)	北極 1	無 1	南極 1
0	6.8	6.5	6.5
30	5.5	4.5	4.9



圖十六，第一對不同磁極磁場下酵母菌液的酸鹼值隨時間的變化。在第 30 公分刻度時北極 1 酸鹼值 5.5，無 1 酸鹼值 4.5，南極 1 酸鹼值 4.9。

實驗六、在延長實驗時間與操作實驗者不知磁場磁極下，酵母菌發酵作用時酸鹼值的變化

不同磁極磁場處理的酵母菌液在30° C時酸鹼值隨時間的變化。南極磁場處理的各組酸鹼值平均比較高，在第120分鐘時平均4.2，標準差0.28(表十七)。北極磁場處理的各組酸鹼值平均比較低，在第120分鐘時平均4.0，標準差0.30(表十五)。無磁場處理的各組酸鹼值平均在南北兩極的中間，在第120分鐘時平均4.1，標準差0.18(表十六)。



表十五，北極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值隨時間的變化

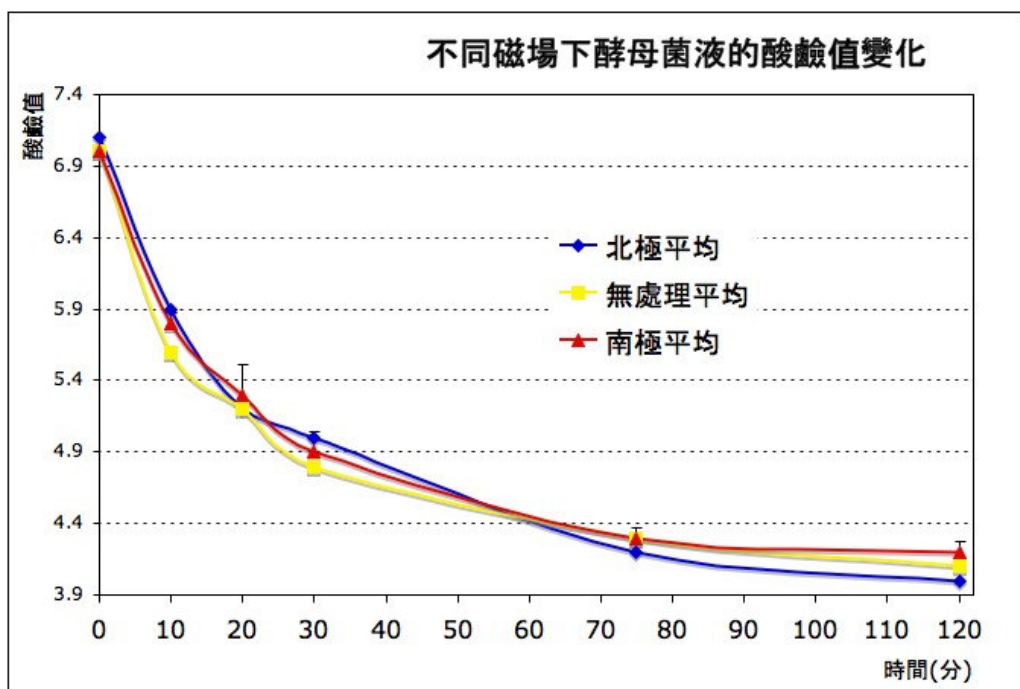
水溫 30 ° C 氣溫 26 ° C 濕度 75%							
時間(分)	北極 1	北極 2	北極 3	北極 4	北極 5	北極平均	標準差
0	7.2	7.2	7.1	7.2	6.9	7.1	0.13
10	6.2	6.1	5.9	6.1	5.0	5.9	0.49
20	5.6	5.3	5.0	5.4	4.5	5.2	0.43
30	5.2	5.0	4.6	6.1	4.2	5.0	0.72
75	4.3	4.2	3.9	4.6	4.0	4.2	0.27
120	4.1	4.0	3.7	4.5	3.9	4.0	0.30

表十六，沒有磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值隨時間的變化

水溫 30 ° C 氣溫 26 ° C 濕度 75%							
時間(分)	無處理 1	無處理 2	無處理 3	無處理 4	無處理 5	無處理平均	標準差
0	7.0	7.2	7.1	6.9	6.9	7.0	0.13
10	6.0	5.9	5.5	5.5	5.2	5.6	0.33
20	5.4	5.5	5.1	5.0	4.8	5.2	0.29
30	5.0	5.1	4.7	4.9	4.4	4.8	0.28
75	4.3	4.3	3.9	4.5	4.3	4.3	0.22
120	4.1	4.1	3.8	4.3	4.0	4.1	0.18

表十七，南極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值隨時間的變化

水溫 30 ° C 氣溫 26 ° C 濕度 75%							
時間(分)	南極 1	南極 2	南極 3	南極 4	南極 5	南極平均	標準差
0	6.9	7.0	7.1	7.0	6.9	7.0	0.08
10	6.1	6.2	5.6	5.8	5.3	5.8	0.37
20	5.6	5.4	5.0	5.4	5.1	5.3	0.24
30	5.2	5.2	4.5	4.8	4.9	4.9	0.29
75	4.5	4.1	3.9	4.6	4.4	4.3	0.29
120	4.3	4.0	3.8	4.5	4.3	4.2	0.28



圖十七，不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值隨時間的變化。在第 120 分鐘時北極磁場處理酸鹼值平均 4.0，標準差 0.30，無磁場處理酸鹼值平均 4.1，標準差 0.18，南極磁場處理酸鹼值平均 4.2，標準差 0.28。

表十八，北極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值下降值隨時間的變化

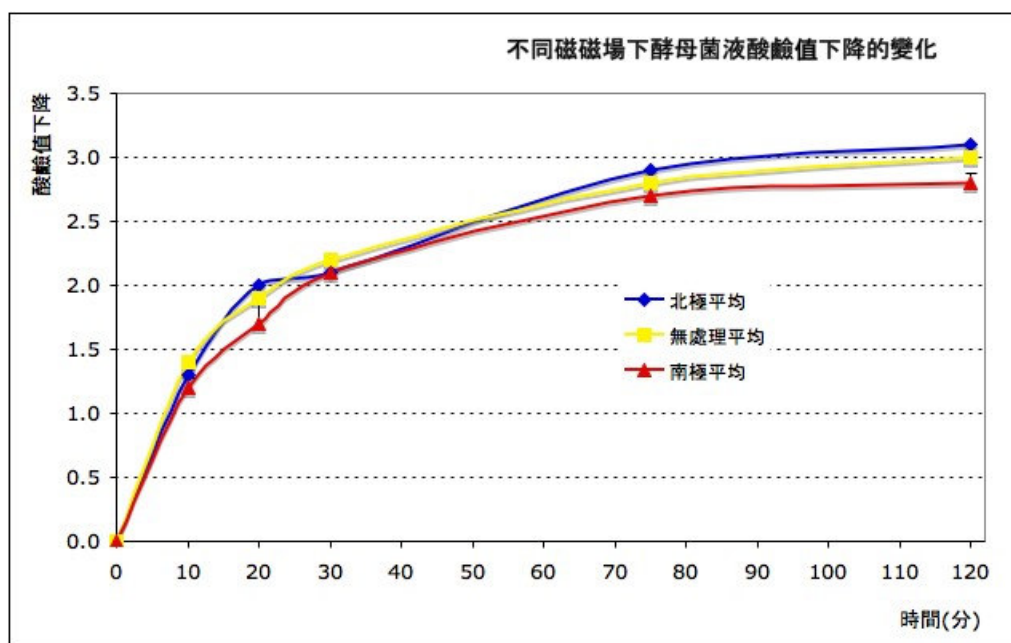
水溫 30 ° C 氣溫 26 ° C 濕度 75%							
時間(分)	北極 1	北極 2	北極 3	北極 4	北極 5	北極平均	標準差
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
10	1.0	1.1	1.2	1.1	1.9	1.3	0.36
20	1.6	1.9	2.1	1.8	2.4	2.0	0.30
30	2.0	2.2	2.5	1.1	2.7	2.1	0.62
75	2.9	3.0	3.2	2.6	2.9	2.9	0.22
120	3.1	3.2	3.4	2.7	3.0	3.1	0.26

表十九，沒有磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值下降值隨時間的變化

水溫 30 ° C 氣溫 26 ° C 濕度 75%							
時間(分)	無處理 1	無處理 2	無處理 3	無處理 4	無處理 5	無處理平均	標準差
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
10	1.0	1.3	1.6	1.4	1.7	1.4	0.27
20	1.6	1.7	2.0	1.9	2.1	1.9	0.21
30	2.0	2.1	2.4	2.0	2.5	2.2	0.23
75	2.7	2.9	3.2	2.4	2.6	2.8	0.30
120	2.9	3.1	3.3	2.6	2.9	3.0	0.26

表二十，南極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值下降值隨時間的變化

水溫 30 ° C 氣溫 26 ° C 濕度 75%							
時間(分)	南極 1	南極 2	南極 3	南極 4	南極 5	南極平均	標準差
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
10	0.8	0.8	1.5	1.2	1.6	1.2	0.38
20	1.3	1.6	2.1	1.6	1.8	1.7	0.29
30	1.7	1.8	2.6	2.2	2.0	2.1	0.36
75	2.4	2.9	3.2	2.4	2.5	2.7	0.36
120	2.6	3.0	3.3	2.5	2.6	2.8	0.34



圖十八， 不同磁極磁場處理的酵母菌液在 30 ° C 時酸鹼值下降值隨時間的變化

在第 120 分鐘時北極磁場處理酸鹼值下降平均值 3.1，標準差 0.26，無磁場處理酸鹼值下降平均值 3.0，標準差 0.26，南極磁場處理酸鹼值下降平均值 2.8，標準差 0.34。

#### 實驗七，在不同磁極磁場對酵母菌液糖度的影響

在不同磁極磁場下，酵母菌液的糖度的變化。南極磁場處理的酵母液糖度平均比較高，在以本氏液變色程度代表糖度時，其顏色在影像處理軟體的紅色讀值除以標準液紅色讀值平均1.0，標準差0.1(表二十二)。北極磁場處理的酵母液糖度平均比較低，在以本氏液變色程度代表糖度時，其顏色在影像處理軟體的紅色讀值除以標準液紅色讀值平均0.5，標準差0.1(表二十二)。

表二十一，不同磁極磁場對酵母菌液糖度的影響

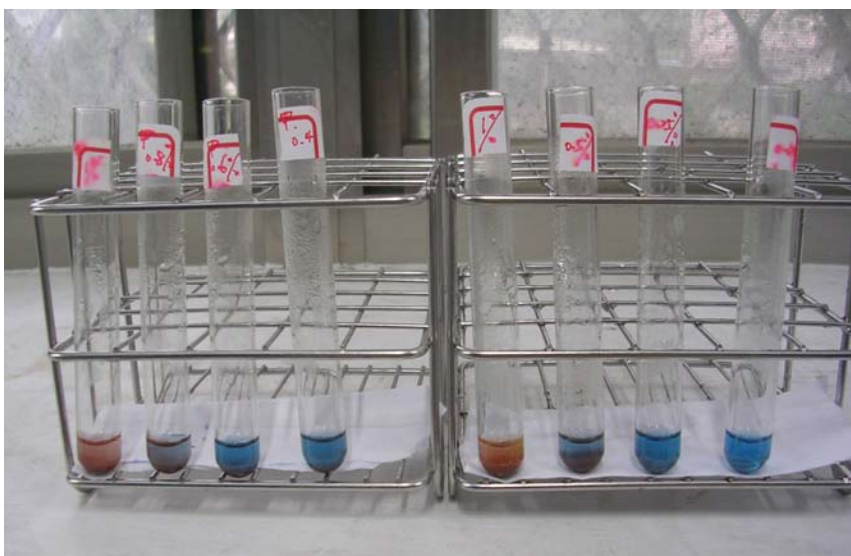
	紅色讀值	藍色讀值
南 1	116.7	60.0
北 1	48.0	57.0
標準 1	107.3	32.7
南 2	67.3	22.3
北 2	40.0	28.7
標準 2	67.7	30.7

表二十二，不同磁極磁場對酵母菌液糖度的影響。以南北極酵母液糖度讀值除以標準液讀值表示。

	紅色讀值	藍色讀值
北 1/標 1	0.4	1.7
北 2/標 2	0.6	0.9
平均	0.5	1.3
標準值	0.1	0.6
南 1/標 1	1.1	1.8
南 2/標 2	1.0	0.7
平均	1.0	1.3
標準值	0.1	0.8



圖十九，北極磁極磁場處理的酵母菌液在30° C經過140分鐘後糖度的變化。(圖中右側葡萄糖液濃度由左到右分別為1%、0.5%、0.25%、0.125%。圖中左側為酵母濾液由左到右稀釋成0.04、0.06、0.08、0.1倍)



圖二十，南極磁極磁場處理的酵母菌液在30° C經過140分鐘後糖度的變化。(圖中右側葡萄糖液濃度由左到右分別為1%、0.5%、0.25%、0.125%。圖中左側為酵母濾液由左到右稀釋成0.1、0.08、0.06、0.04倍)

## 柒、討論

### 一、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳的影響

沒有磁場處理的酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳推升水柱到達各刻度的時間，其中丙組花的時間最少，但是曲線上升的形狀都差不多。反而是乙組水柱上升時在刻度30-35公分中間變慢。這有可能是不同裝置之間的差異所造成，對於我們所得到的結果的影響可大可小，在之後的研究中可以增加沒有磁場處理的酵母菌的組數，或者對錐形瓶和玻璃管配對來操作。

第一群不同磁場處理的酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳推升水柱到達各刻度的時間中，北極磁場處理和沒有磁場處理的到達各刻度的時間差不多，而南極磁場處理的到達各刻度的時間都比較短。這和我們所查到的不太符合，資料中北極磁場會促進綠豆發芽，而南極磁場會抑制綠豆發芽(文獻十一)。但是在另一份資料中，「對綠豆、白菜、蘿蔔生長在磁場中，無論是根或莖，都是偏向磁棒的北極，因此推測莖在北極端其生長激素較少，在南極端較多」(文獻十二)。到底不同磁極的磁場對生物會有什麼的影響，似乎還很難說。在之後的研究中可以拿不同的磁極不同強度的磁場，針對不同生物來做研究。

第二群不同磁場處理的酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳推升水柱到達各刻度的時間中，北極磁場處理的到達各刻度的時間都比較短，而北極磁場處理的和沒有外加磁場處理的分別有一瓶的水柱推升速率異常的快，造成平均的結果沒法代表各別的情形。我們這組實驗是在氣溫18°C左右時做的。推測是因為空氣溫度與水溫相差有12°C，造成各組的數據易受影響而有劇烈波動。而第一群的實驗是在室溫約25°C時做的，與我們所維持的30°C水溫只有5°C的差距，因此受到的影響較小。在之後的研究中，可以在氣溫30°C左右，或是在更穩定的恆溫裝置來進行。

### 二、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液溫度與重量的影響

在不同磁極與不同強度磁場下，酵母菌液的重量和溫度隨時間的變化實驗中，我們沒有發現明顯的不同。可能需要以更精確的儀器與穩定的環境應該較理想。

### 三、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液酸鹼值的影響

在不同磁極與不同強度磁場下，酵母菌液的酸鹼值隨時間的變化實驗中，我們發現不同磁極與不同強度磁場下的酵母菌液酸鹼值皆隨時間下降，但是沒有明顯的趨勢。把第一群抽出來單獨觀察時，酸鹼值下降程度北極處理的最緩、南極處理第二、無磁場處理最陡。可以在延長實驗時間再觀察。

第二部份，我們延長實驗時間與操作實驗者不知磁場磁極下觀察酸鹼值變化。在第120分鐘時，北極磁場處理酵母液酸鹼值最低、無處理第二、南極磁場處理最高。這和第一部份的實驗結果不太一樣。當我們觀察與第一部份實驗相同的第30分鐘時，則和第一部份的結果相似。在第60分鐘後，北極磁場處理的酵母液酸鹼值下降較快，超過南極磁場處理和無處理的兩組。但是三者的酸鹼值仍相當接近。為了消除在一開始三組酸鹼值有少許不同的情形，我們計算酸鹼值下降值來做分析。結果三組的平均值差異有比較大，但是仍然不是很明顯。



酸鹼值的變化是醱酵作用產生的二氧化碳溶於水中的結果，並不是醱酵作用直接的結果。是不是會有其他的因素來影響酵母液酸鹼值，我們不是很清楚。北極磁場處理的酵母液在60分鐘後，酸鹼值下降變快，超過南極磁場處理和無處理的兩組的情形很有趣。在之後的研究中，可以改良恆溫的裝置和設備，使得實驗標準差能夠更小。也可以進一步探討北極磁場的影響。

#### 四、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液糖度的影響

不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液糖度的影響實驗中。我們發現北極磁場處理的酵母液糖度平均較低。這和我們在酸鹼值的發現是一致的。在之後研究中可以使用糖度計來測量酵母液的糖度。這樣應該可以得到更加精確的結果。

#### 五、總結

綜合我們的結果，我們發現不同磁極磁場似乎對醱酵作用有不同的的影響。北極磁場處理的酵母液糖度下降較快、酵母液酸鹼值也下降較多，在這兩項上是有著一致的結果。這也和我們文獻資料中北極磁場會促進綠豆發芽，而南極磁場會抑制綠豆發芽是一致的(文獻十一)。我們在二氧化碳推升水柱的實驗中，雖然得到南極磁場處理的酵母液產生二氧化碳所花的時間最短。但是由於空氣的溫度無法同樣維持在30°C，在考慮到標準差之後，南北極處理的酵母液產生的二氧化碳所需的時間並沒有差別。這些影響的程度並不是非常明顯。很容易受到實驗器材，環境穩定因素的影響。在之後的研究中可以改良恆溫的裝置和設備，使用更為精確的儀器和器材，在標準差降低後，不同磁極磁場似乎對醱酵作用的影響會更加明顯。

#### 捌、結論

- 一、沒有磁場處理的酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳推升水柱到達各刻度的時間，其中丙組花的時間最少，但是曲線上升的形狀都差不多。
- 二、第一群不同磁場處理的酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳推升水柱到達各刻度的時間中，北極處理和沒有磁場處理的到達各刻度的時間差不多，而南極處理的到達各刻度的時間都比較短。
- 三、第二群不同磁場處理的酵母菌行醱酵作用時產生二氧化碳推升水柱到達各刻度的時間中，北極處理的到達各刻度的時間都比較短，而北極處理的和沒有處理的分別有一瓶的速率異常的快，造成平均的結果沒法代表各別的情形。
- 四、在不同磁極與不同強度磁場下，酵母菌液的重量和溫度隨時間的變化實驗中，我們沒有發現在不同磁極與不同強度磁場下的酵母菌液有明顯的不同。
- 五、在不同磁極與不同強度磁場下，酵母菌液的酸鹼值隨時間的變化實驗中，我們發現不同磁極與不同強度磁場下的酵母菌液酸鹼值皆隨時間下降，但是沒有明顯的趨勢。
- 六、延長實驗時間與操作實驗者不知磁場磁極下觀察酸鹼值變化，以及計算酸鹼值下降值來做分析。結果發現北極磁場處理的酵母液在 60 分鐘後，酸鹼值下降變快，超過南極磁場處理和無處理的兩組。結果三組的平均值差異有比較大，但是仍然不是很明顯。
- 七、不同磁極磁場對酵母菌行醱酵作用時酵母液糖度的影響實驗中。我們發現北極磁場處理的酵母液糖度平均較低。

玖、參考資料

- 一、陳光耀(民67)。電磁波對生物的影響。科學月刊，101期。
- 二、余忠翰、張克平等(民92)。電磁場對結球白菜生長之影響。臺北市立建國中學。
- 三、尤丁玫、何建樂等。國中自然與生活科技一下。臺北市：康軒。頁10頁、82。民96年。
- 四、鐘國棟、曾煥裕等(民70)。草履蟲攝食與消化實驗方法的改進。省立新竹高級中學。
- 五、溫永福、鄭湧涇等。生物學實驗。臺北市：藝軒。頁41-46。民85年。
- 六、台灣電力公司全球資訊網。電磁場強度示意圖。  
[http://www.taipower.com.tw/left\\_bar/power\\_life/electromagnetic\\_field/electromagnetic\\_field\\_of\\_live/electromagnetic\\_field\\_of\\_live\\_2.htm](http://www.taipower.com.tw/left_bar/power_life/electromagnetic_field/electromagnetic_field_of_live/electromagnetic_field_of_live_2.htm)
- 七、尤丁玫、何建樂等。國中自然與生活科技三下。臺北市：康軒。頁33-45。民96年。
- 八、楊曜彰、吳冠融等(民95)。酵母國度的產氣之道。高雄市立五福國民中學。
- 九、尤丁玫、何建樂等。國中自然與生活科技一上。臺北市：康軒。頁52-53。民96年。
- 十、Vinaya Anne, Vivian Chien(I994). Effect of glucose concentration on color of Benedict's solution. Monta Vista High School.
- 十一、陳雅婷、黃琬純等(民91)。正負磁場對植物的反應。臺南縣立菁寮國民中學。
- 十二、朱億真、蕭筠濤等(民89)。電場磁場對植物的影響。高雄市立新興國中。

**【評語】 031706**

此研究利用釹鐵硼強力磁鐵不同磁極觀察磁場對酵母菌發酵的影響。研究團隊利用自製的設備測量 CO<sub>2</sub> 的產生速率，值得鼓勵，但磁場的研究過去已有很多，且大部分的研究只以磁場的南、北極之有無來觀察，對不同磁場強度之著墨較缺乏。壁報的製作可以再改善。