

磁場對水果電位影響之探討

國中組生物科第二名

台南縣立菁寮國民中學

作者：黃美慧、鄭人魁、黃麟奮、莊曜帆

指導教師：汪秀美、林緒哲

一、研究動機

在日本東北尖端科技有限公司所推出的奇蹟農場的音樂栽培室內所做的實驗數據，顯示植物隨磁場南北極和磁力大小會有不同反應，尤其是剛發根時，有促進生長的現象。用流經強力磁場的水來灌溉，好像對植物根的滲透性較佳。且種植在高壓電下方的農作物長得比其周圍的來得快，這是可能受到電磁場的影響。黃美慧在科學眼雜誌上看到此篇報導，回校與鄭人魁等同學討論，「磁場及電場真的會影響植物的生長嗎？」且日本早稻田大學理工學院的三輪敬之教授說：「音樂可以引起植物的電位變化，產生離子的傳導。」音樂可以改變植物的電位，那表示植物具有電位，才會受音樂的影響。那水果具有電位嗎？其電位會受磁場的影響嗎？四位同學認為猜測不如實際行動，決定馬上測試一下。

二、研究目的

- (一)測試八個水果串聯的電位
- (二)測試水果的電位是否受兩電極的影響？
- (三)測試水果的電位是否受磁場的影響？
- (四)測試水果的電位是否受水，磁化水，磁化酒的影響？並探討水果電位受影響的原因。

三、研究設備

- (一)水果：(1)蕃茄(2)橘子(3)馬鈴薯(4)檸檬(5)酒
- (二)器材：毫安培計(mA)、伏特計(v)、微安培計(μ A)、電磁鐵、電池、導線、Zn片，Cu片，瓷杯，燒杯。

四、研究過程

- (一)測試蕃茄、橘子、檸檬、馬鈴薯各串聯八個的電位。
- (二)測試各串聯八個的水果浸入水中五分鐘後，其電位的影響？

(三)測試檸檬蕃茄橘子各一個以Zn-Zn, Zn-Cu, Cu-Cu為電極的電流。及泡入水中後的電流，以探討是水果本身具有電位或是金屬片間的電位差。

(四)以兩粒檸檬串聯分別測其電位差

(1)以U型磁鐵磁化

(2)以皮帶的磁鐵磁化

(3)泡入磁化水內

(4)泡入磁化酒內(將酒放在瓷杯內以裝有磁鐵的健康皮帶磁化)

(5)泡入未磁化的酒內。

(五)以馬鈴薯當試品，以電磁鐵磁化及以皮帶磁化後，測其電位差。

(六)驗證電磁鐵與皮帶的磁鐵是否會使酒精味變淡？

五、研究結果

(一)

表一

個數 水果 電位	一個	二個串聯	三個串聯	四個串聯	五個串聯	六個串聯	七個串聯	八個串聯
檸檬	1.0v	1.4v	1.8v	2.2v	2.6v	2.9v	3.1v	3.2v
	0.8v	1.4v	1.8v	2.0v	2.4v	2.8v	3.0v	3.5v
	1.0v	1.5v	1.6v	2.3v	2.4v	2.6v	3.0v	3.6v
蕃茄	1.0v	1.8v	2.2v	2.4v	3.0v	3.6v	4.2v	4.5v
	0.83v	1.4v	2.0v	2.4v	2.8v	3.0v	3.3v	3.5v
	0.75v	1.25v	1.30v	1.40v	1.50v	1.55v	1.65v	1.75v
馬鈴薯	0.6v	1.0v	1.2v	1.4v	1.6v	1.7v	2.0v	2.4v
	1.0v	1.6v	2.2v	2.9v	3.4v	3.8v	4.0v	4.2v
	0.5v	1.0v	1.5v	1.75v	2.0v	2.25v	2.30v	2.40v
橘子	1.0v	1.8v	1.9v	2.2v	2.4v	2.6v	2.9v	3.1v
	1.1v	1.7v	2.1v	2.3v	2.8v	2.9v	3.1v	3.3v
	0.8v	1.5v	1.9v	1.9v	2.2v	2.6v	3.0v	3.2v

由(表一)知水果串聯愈多，電位會愈大。但未按比例增加，此可能與

(1)鋅銅片插入水果的深度有關，插入愈深，電位愈大。

(2)鋅片、銅片插入的間隔距離有關，距離愈近電位愈大。

(3)與導線串聯兩極的長度有關，導線長度愈長電阻愈大，電位愈減少。

(二)比較浸水與未浸水的水果電位差

由(表二)知水果浸入水中，其電位比未浸水的水果電位大。此可能與水果中所含的 Na^+ ， K^+ ， Fe^{3+} ，VitC中的 H^+ 游動有關。

表二

水 果	未浸水的電位	浸水5分鐘的電位
八個蕃茄	1.5v	2.4v
八個橘子	2.0v	3.4v
八個馬鈴薯	2.4v	3.8v
八個檸檬	3.5v	4.6v

表三

水 果	電 極	電 流	泡水後的電流 (五分鐘後)
一粒檸檬	Zn-Cu	1.4mA	2.8mA
	Cu-Cu	6 μ A	7 μ A
	Zn-Zn	10 μ A	0.2mA
一粒橘子	Zn-Cu	1.2mA	2.1mA
	Cu-Cu	7 μ A	8.0 μ A
	Zn-Zn	0.2mA	1.2mA
一粒蕃茄	Zn-Cu	3.2mA	4.3mA
	Cu-Cu	21 μ A	29 μ A
	Zn-Zn	0.2mA	1.4mA

(三)以不同的電極測水果的電流

由(表三)知

- (1)水果具有電位，並非只是Zn-Cu之間的電位差。
- (2)以兩極都是銅片或兩極都是鋅片也都有電位，電流。只是以Zn-Cu當電極時，除了水果間的電位外，又加上了Zn-Cu之間的電位差，故電流，電位較大。
- (3)當以Zn-Zn或Cu-Cu當電極時，因Zn的活性大於Cu，故Zn放出電子的能力較Cu大，故測出的電流Zn-Zn比Cu-Cu為大。

(四)

表四

水 果	時 間 變 因	操縱變因	開始	5分 鐘後	10分 鐘後	15分 鐘後	20分 鐘後	25分 鐘後	30分 鐘後	35分 鐘後	40分 鐘後	
			兩 粒 檸 檬	以U型 磁鐵磁 化	NSNSNSNS	3.2×0.5	3.4×0.5	3.4×0.5	3.5×0.5	3.7×0.5	3.9×0.5	3.9×0.5
NSSNNSN	3.2×0.5	3.2×0.5			3.3×0.5	3.3×0.5	3.4×0.5	3.4×0.5	3.4×0.5	3.4×0.5	3.4×0.5	
泡入磁 化的水 中	NSNSNSNS	3.5×0.5		3.7×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5	3.9×0.5	4.0×0.5	4.0×0.5	4.0×0.5	4.0×0.5	
	NSSNNSN	3.5×0.5		3.6×0.5	3.6×0.5	3.7×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5	
泡入磁 化的酒 中	NSNSNSNS	1.5×0.5		3.2×0.5	3.2×0.5	3.4×0.5	3.4×0.5	3.6×0.5	3.6×0.5	3.6×0.5	3.6×0.5	
	NSSNNSN	1.5×0.5		2.0×0.5	2.1×0.5	2.2×0.5	2.3×0.5	2.3×0.5	2.3×0.5	2.3×0.5	2.3×0.5	
泡入未磁化的水中				3.2×0.5	3.2×0.5	3.3×0.5	3.5×0.5	3.7×0.5	3.7×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5	3.8×0.5
泡入未磁化的酒中				1.5×0.5	1.6×0.5	1.7×0.5	1.7×0.5	1.9×0.5	1.9×0.5	1.9×0.5	1.9×0.5	1.9×0.5
以皮帶的磁鐵磁化				5.2×0.5	5.2×0.5	5.5×0.5	5.5×0.5	6.0×0.5	7.0×0.5	7.0×0.5	7.0×0.5	7.0×0.5
以電磁鐵磁化				5.2×0.5	5.2×0.5	5.3×0.5	5.5×0.5	5.8×0.5	6.3×0.5	6.5×0.5	6.5×0.5	6.5×0.5

水果	時間變因	操縱變因	開始	5分鐘後	10分鐘後	15分鐘後	20分鐘後	25分鐘後	30分鐘後	35分鐘後	40分鐘後
			一粒馬鈴薯	以U型磁鐵磁化	NSNSNSNS	2.6×0.5	2.6×0.5	2.7×0.5	2.7×0.5	2.9×0.5	3.0×0.5
NSSNNSN	2.6×0.5	2.6×0.5			2.7×0.5	2.7×0.5	2.7×0.5	2.9×0.5	2.9×0.5	2.9×0.5	2.9×0.5
以皮帶的磁鐵磁化	2.2×0.5	2.3×0.5		2.3×0.5	3.0×0.5	3.0×0.5	3.0×0.5	3.0×0.5	3.0×0.5	3.0×0.5	3.0×0.5
以電磁鐵磁化(接五粒電池)	2.2×0.5	2.2×0.5		2.4×0.5	2.8×0.5	2.9×0.5	3.1×0.5	3.3×0.5	3.3×0.5	3.3×0.5	3.3×0.5

(單位為伏特)

由(表四)知

- (1)檸檬的電位會受磁化的影響，因磁場強度不太大，故電位變化只是少量變化。
- (2)磁化一些時間後，水果的電位呈穩定狀，此可能是水果剛開始磁化時，磁力線密度逐漸增強，故電位會增加。但磁化一段時間後，磁力線密度，強度達最高峰後，電位呈穩定狀。
- (五)以瓷杯放酒置於皮帶的磁場內約半分鐘後，先品嚐磁化酒的味道，覺得磁化過的酒較香醇、沒有刺激的麻麻辣辣的感覺。且磁化後的時間愈長，酒味愈淡，且有些酸味。但沒有磁化的酒品嚐起來，覺得麻麻辣辣且有刺激感，酒精味較濃。給會喝酒的人品嚐覺得磁化後的酒較不好喝，因覺得淡淡無味。給不會喝酒的人品嚐覺得磁化後的酒較好喝，無刺激感。磁化的酒被磁化後酒精成分確實變化了。
- (六)水果的電位會受水、磁化水、磁化酒、磁場、電場的影響。

六、研究討論

- (一)酒精經磁場磁化後，其酒精味降低，此可能是由於磁場破壞了酒精結構中的氫鍵，如同加熱的蛋白會變硬是因為加熱使蛋白質中的氫鍵破壞之故。(高中化學第三冊P.43頁)也可能是酒中的酒精被磁化後產生特殊氧化作用成乙酸，乙酸再與未作用的乙醇作用產生乙酸乙酯，故磁化後的酒較香醇，無刺激麻辣的感覺。
- (二)經磁化後水果的電位會增加，此可能是磁場使水果內的細胞活化起來，並使水果內的碳水化合物同化作用的活化，而使電位、電流增加，相對電功率也增加。($P=V \times I$, $W=P \times t$)
- (三)水果間的電位是由於水果內的 H^+ , Fe^{3+} , K^+ , Ca^{2+} 離子的運動所產生的電流，也會形成磁場與電子流相似，但卻很微弱。如同人腦的電流是由帶有

電荷的鈉離子和鉀離子所構成，藉離子的游動而產生電流也形成磁場。(科學眼雜誌1989.8月P.78)

(四)水果中所含的成分表：

水果名稱	可吃之部份	水份	蛋白質	脂肪	碳水化合物	粗纖維	100g的熱量	鈣	磷	鐵	鉀	維生素			
												甲	乙	丙	丁
檸檬	65	89.37	0.82	0.89	7.84	0.65	44	0.033	0.024	0.0006	0.193	2	2	9.30	0
蕃茄	99	95.00	1.15	0.30	2.56	0.56	18	0.008	0.011	0.0008	1.239	4	2	9.38	0
馬鈴薯	96	81.23	1.80	0.02	15.83	0.37	73	0.013	0.057	0.0013	0.290	4	1.241	1.233	0
橘子	80	88.83	0.75	0.14	9.86	0.37	45	0.041	0.014	0.0008	0.217	1.2	1.0	17	0

(1)水果中含有 Ca^{2+} ， Fe^{3+} ， K^+ 及維生素丙(c)，皆可幫助導電。水果中的電位會受水的影響，是由於水果浸於水中，離子的濃度減少。

(2)水果電位的正、負極反應應為：

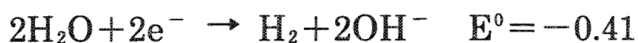
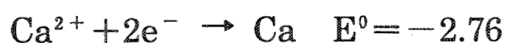
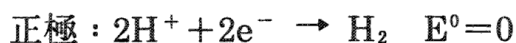


依勒沙特列原理因離子濃度減少，反應向生成物移動，故電位增加。

(3)水果內離子的氧化還原電位分別如下：(濃度各為1.0M時)



$$E^0 = 0.76$$

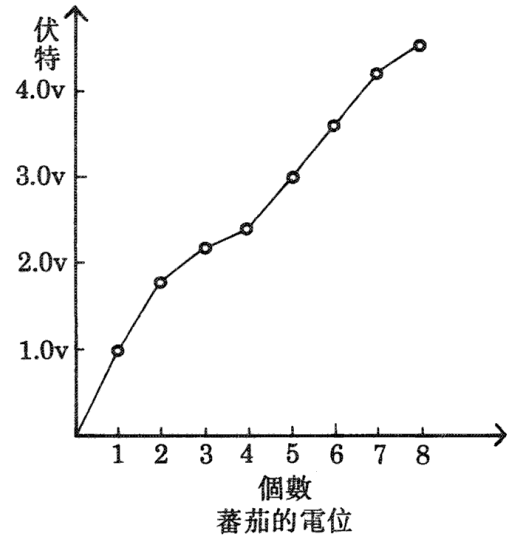
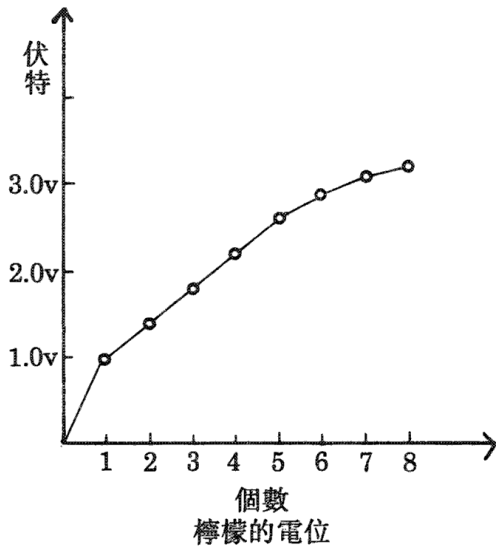


由還原電位看，水果中的 H^+ ， Fe^{3+} ， K^+ ， Ca^{2+} 會游至電極吸收電子的能力比水小，且水果中無 Cu^{2+} 的成分故正極反應並非 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 而應為 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ 反應。

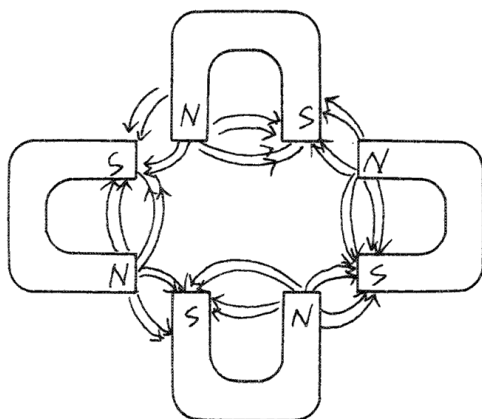
如檸檬汁的PH值約2~3，橘子汁的PH值約3~4，因水果中的 $[\text{H}^+]$ 濃度低於1.0M故 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ 的還原電位應小於零，應為負值。其負值應比水吸收電子的還原電位低，故 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ 為正極反應，而非 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ 反應。

(五)水果的電位不太穩定，正如三輪教授說：「植物是心情浮躁、愛鬧脾氣，令

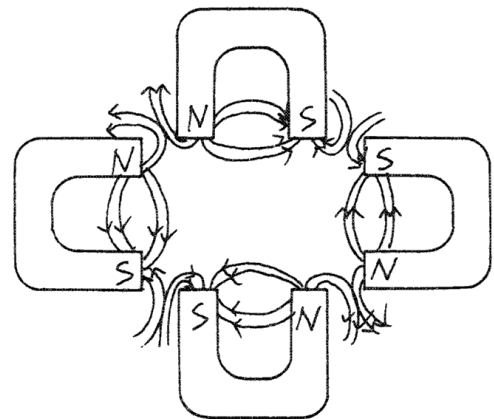
人困擾的生物，即使在一樣的條件下進行實驗，第一次和第二次的反應，會有不同，就如同頑童捉弄大人一般，故每次測試，水果的電位不同，且每個水果皆有不同的電位。



(六)



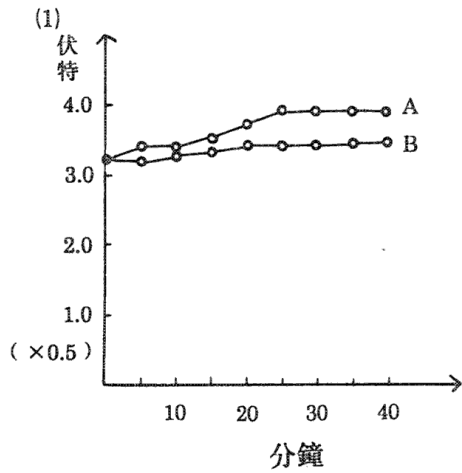
異名極相吸
磁力線、磁場密度較強
使酒易磁化



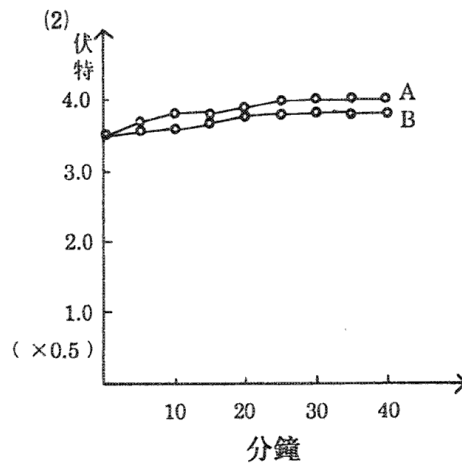
同名極相斥
磁力線、磁場強度較疏較弱，
故使酒磁化的速度較慢

(七)磁化的酒其含酒精量由少至多依序為：

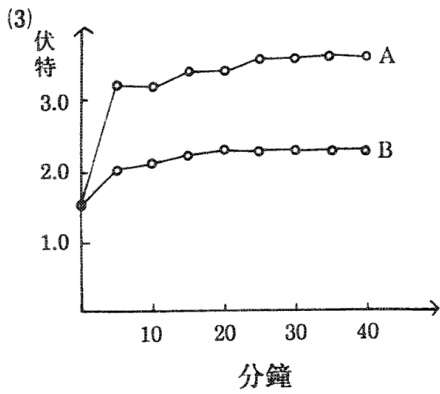
- (1) 以 $\begin{matrix} N & S \\ S & N \end{matrix}$ 磁化的酒 (2) 以皮帶磁化的酒 (3) 以電磁鐵磁化的酒
- (4) 以 $\begin{matrix} N & S \\ S & N \end{matrix}$ 磁化的酒 (5) 未磁化的酒



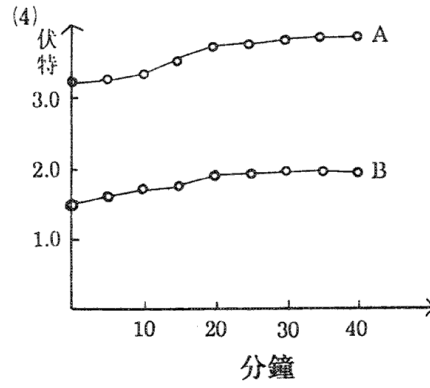
A以異名極磁化的檸檬電位
B以同名極磁化的檸檬電位



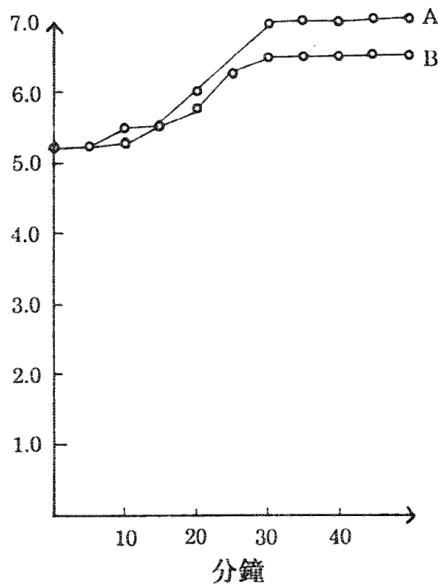
A以異名極磁化的磁化水之檸檬電位
B以同名極磁化的磁化水之檸檬電位



A以異名極磁化的酒的檸檬電位
B以同名極磁化的酒的檸檬電位



A泡入未磁化的水中的檸檬電位
B泡入未磁化的酒中的檸檬電位



A以皮帶的磁鐵磁化的檸檬電位
B以電磁鐵磁化的檸檬電位

七、結 論

- (一)水果的電位會受外界因素的影響如物理性的刺激（光、熱）必然會有反應，對磁場、電場、機械性的壓力，振動（音樂）等也會有反應。
- (二)水果的電位會受潺潺的流水聲及咚咚的打鼓聲所影響，此實驗數據我們還在探討中。
- (三)磁化酒內酒精的變化多寡或產生新物質，此也是我們樂意再進一步分析的。
- (四)磁化過的酒，酒精變淡，對嗜酒者會覺得此酒淡然無味，而減低喝酒的興緻，以藉機戒酒。

八、參考資料

- (一)科學眼雜誌 科學眼第70期 1990年2月 P.56~57
社服務有限公司 科學眼第64期 1989年8月 P.76~81
- (二)宋申蕃 營養學 1961年12月
- (三)國立台灣師範大學科教中心 高中化學第二、三冊 1994年

評 語

利用簡單的水果及電子器材例如安培計、伏特計可以將生物電的現象做簡單的展出，很有創意，不但是一般的水果如橘子、檸檬、蕃茄有電流產生，同時，電場與磁場也可以改變生物的產品—酒精，使其改變味道很有應用價值，但是味道改變的原因，在討論中認為是醇的酯化作用，未有做直接的化學證明，為其小缺點，如能直接從經磁場處理後的酒中抽出酯類分子，本作品當更有科學的學術價值。