

中華民國第四十六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

第三名

031701

鹼性電解水餵食禁食後的果蠅之存活效應

學校名稱：苗栗縣立大同國民中學

作者： 國一 莊堵安	指導老師： 陳韻羽
---------------	--------------

關 鍵 詞：鹼性電解水、自由基、果蠅

作品名稱：鹼性電解水餵食禁食果蠅之存活效應

摘要:

人體細胞因代謝作用而產生自由基，這是一種對細胞有利亦有弊現象。但是假如過度累積自由基則會嚴重影響生理功能，甚至導致死亡。過去研究知道鹼性電解水，是一種自由基的清除劑。但是並沒有實驗證明藉由喝電解水，可以清除動物體內自由基的並影響壽命證據。我們利用果蠅來測試餵食鹼性電解水，是否足以影響斷食後的存活率。令人驚訝的是，研究結果支持鹼性電解水對禁食後果蠅存活率可能有幫助。果蠅體內因斷食而導致氧自由基失衡的時候，鹼性電解水可能透過中和自由基，減少對細胞的傷害。但是，我們也發現鹼性強的電解水似乎對體質比較弱的個體(例如 Prx-1 突變種果蠅)，幫助比較大，對體質比較強的個體(例如雌性野生種果蠅)，不見得有助益。換句話說，本實驗結果支持果蠅在極端營養不足壓力下，餵食電解水可以提高其存活率。

壹、研究動機

家中的自來水水質不佳，發現有一些雜質，因此決定購買一台濾水器來改善水質。走進賣濾水器的店裡，老板卻開始推銷電解水機的產品。他說電解水是一種神奇的水，可以治療很多疾病。爸媽半信半疑買了，但是我覺得應該要有實驗科學的驗證才可以這樣宣稱。回家後，我開始對電解水產生興趣，並記起我們上學期自然與生活科技第二章（孕育生命的搖籃）第一節（水和生命的關係）曾經學過水是細胞中含量最高的物質，可以溶解物質，使物質可在體內有效率輸送。缺乏時會嚴重影響生理功能，甚至導致死亡。於是，我開始上網查詢有關電解水的資料，想多了解電解水的相關報導，看看是否有研究資料支持如廣告所言的效果。

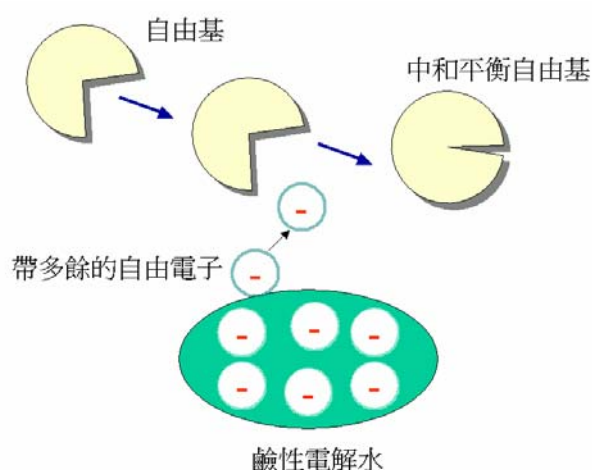
人體細胞因代謝作用而產生自由基，這是一種共通的生命的現象。換言之，這種現象會出現在演化比較低等的動物中。例如，昆蟲體內也發現自由基是老化的一個重要因子。因為昆蟲壽命比哺乳動物短很多，很多科學家便拿果蠅來研究老化現象，來縮短實驗時間。另一方面，過去許多科學家已研究果蠅很久，因此很多突變種果蠅已被發現，跟自由基的調節功能有關。所以，拿果蠅來研究鹼性電解水對動物健康的影響，似乎是一個蠻合理的實驗設計。

為取得果蠅來做實驗，我們開始查詢學校附近有沒有研究單位，有利用果蠅來做研究。幸運的，我們得知鄰近學校的一個學術研究單位的研究室，有這樣的生物材料並且願意提供我們實驗所需。

貳、研究目的

本實驗是要測試果蠅在禁食的情況下，餵食電解水能否對其存活的時間的長短有所影響。根據過去研究報告指出，果蠅在禁食的情況下，體內的自由基也會大量

增加，並且壽命會嚴重減短。由於鹼性電解水在體外實驗中，發現是一種自由基的清除劑(圖一)。但是目前為止，尚沒有實驗證明藉由喝電解水，就足以減輕因動物體內自由基的過度累積而減短壽命的報告。因此，我們希望測試這個可能性。我們實驗假設是，如果鹼性電解水可以減少自由基的傷害，那麼以鹼性電解水餵食體內已產生大量自由基的果蠅，應該可以延長禁食中果蠅的壽命。



第一圖:鹼性電解水與自由基結合，中和自由基的方式。

參、研究設備及器材

一、設備

1. 電解水機: 機種 Panasonic, 型號 PJA403P-ZTA。

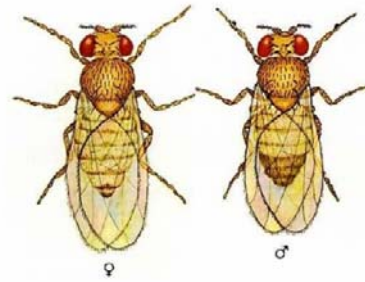
二、材料

1. 野生種果蠅(*Drosophila melanogaster*): 羽化 2 天內的雌蟲 6 管，雄蟲 6 管(圖二)，每管 30 隻。
2. *Prx-1*(Peroxiredoxin-1;一種氧化自由基的清除酵素)的突變種果蠅。收集羽化 2 天內的雌蟲 4 管(20 隻/管)，雄蟲 4 管(30 隻/管)。
3. 飼養果蠅塑膠管、棉花棒及棉花球 (圖三、圖四)。
4. 中性過濾水(圖五)。
5. 鹼性電解水: pH 8.5 及 pH 9.5(圖六、圖七)。



雌(左)

雄(右)



雌(左)

雄(右)

第二圖. 辨別雌雄的方法



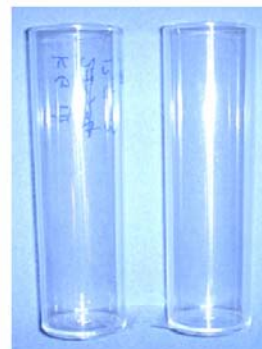
第三圖. 果蠅的飼養與發育生活史。



棉花棒



棉花球



飼養果蠅塑膠管

第四圖. 飼養果蠅材料。



第五圖.約pH 7.0 的過濾水。



第六圖. pH 8.5 的弱鹼電解水。



第七圖. pH 9.5 的強鹼電解水。

肆、研究過程或方法

一、比較野生種果蠅與突變種果蠅對餵食電解水的存活反應有無差異

1. 對照組：雌雄各 2 管野生種果蠅和雌雄各 2 管突變種果蠅，餵食中性過濾水。
2. 實驗組：雌雄各 2 管野生種果蠅和雌雄各 2 管突變種果蠅，餵食弱鹼性電解水(pH 8.5)。

二、比較雌蟲與雄蟲對餵食電解水的存活反應有無差異

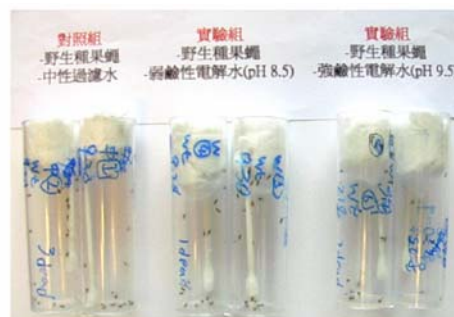
1. 對照組：雌雄各 2 管野生種果蠅及雌雄各 2 管突變種果蠅，餵食中性過濾水。
2. 實驗組：雌雄各 2 管野生種果蠅及雌雄各 2 管突變種果蠅，餵食弱鹼性電解水(pH 8.5)。

三、測試電解水鹼性程度(pH 值 8.5 及 9.5)與存活反應有無相關性。

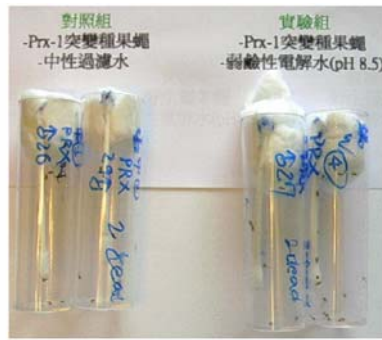
1. 對照組：雌雄各 2 管野生種果蠅，餵食中性過濾水。
2. 實驗組：雌雄各 2 管野生種果蠅，餵食弱鹼性電解水(pH 8.5)和強鹼性電解水(pH 9.5)。



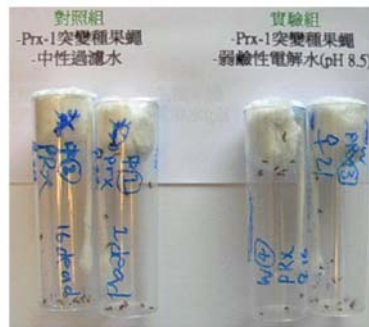
第八圖. 雄性野生種果蠅2管餵食中性過濾水，2管餵食弱鹼性電解水，2管餵食強鹼性電解水。



第九圖. 雌性野生種果蠅2管餵食中性過濾水，2管餵食弱鹼性電解水，2管餵食強鹼性電解水。



第十圖. 雄性突變種果蠅果蠅2管餵食弱鹼性電解水，2管中性過濾水。



第十一圖. 雌性突變種果蠅果蠅2管餵食弱鹼性電解水，2管中性過濾水。

四、餵食與觀察方法

1. 野生種果蠅有事先禁食(包括禁水)12 小時再餵食水，突變種果蠅則無。
2. 以沾水棉花棒插入試管餵食(如圖八、九、十及十一)，每天 2 次。
3. 每隔 12 小時觀察記錄果蠅死亡隻數，直到全部果蠅死亡為止。
4. 實驗期間所有處理果蠅飼養在室溫條件下。
5. 若飼養管子潮濕沾附水珠，則定期更換飼養管子。一般言，餵食鹼性電解水管子比較會潮濕，所以管子需較勤換。

伍、研究結果

一、比較野生種果蠅或突變種果蠅對餵食電解水的存活反應有無差異
一般而言，不管是野生種果蠅或突變種果蠅，在禁食的狀態下，餵食鹼性電解水對果蠅的存活率，皆比對造組餵食中性過濾水，有明顯的提高的現象(圖十二、

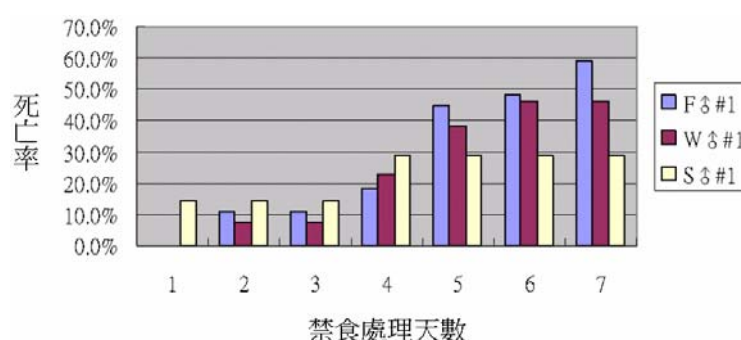
十三、十四、十五)。若比較兩者，則以突變種果蠅對鹼性電解水的反應，最為顯著(圖十四、十五)。以對造組餵食野生種果蠅中性過濾水為例，當禁食超過五天時，就會大量死亡發生。若餵食鹼性電解水，則無此現象(圖十二、十三)。同樣的，以中性過濾水餵食突變種果蠅，早在第三至第四天時，便有大量死亡發生。然而以鹼性電解水餵食突變種果蠅時，此現象就會明顯減少(圖十四、十五)。因此，鹼性電解水對果蠅在饑餓狀態情況下的存活率，似乎是有正面的功用。

二、比較雌蟲與雄蟲對餵食電解水的存活反應有無差異

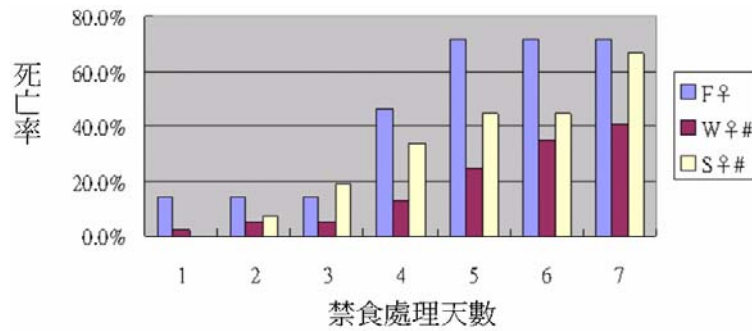
過去研究結果顯示，雌蟲的平均壽命會比雄蟲長。我們的實驗結果顯示，不論野生種果蠅或突變種果蠅，對鹼性電解水餵食的反應，以雄蟲遠較雌蟲明顯。尤其是突變種雄蟲果蠅的反應，最為顯著(圖十四)。相對而言，野生種雌果蠅對鹼性電解水餵食的反應，最不顯著(圖十三)。此結果暗示，鹼性電解水似乎對體質比較弱的個體，幫助比較大。

三、測試電解水鹼性程度(pH 值 8.5 及 9.5)與存活反應有無相關性。

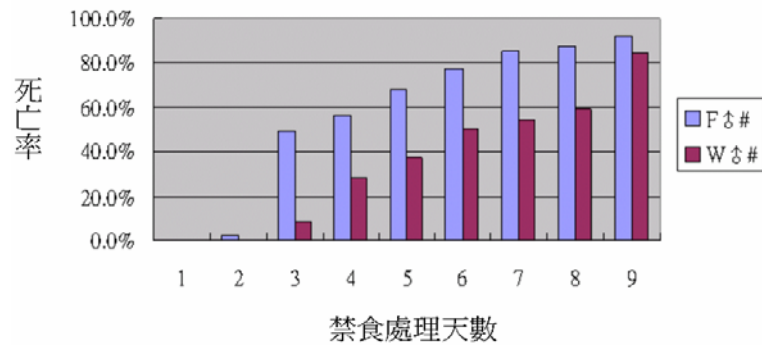
我們前面的結果已顯示，鹼性電解水似乎對饑餓狀態情況下的果蠅存活率，有助益。因此，值得針對電解水鹼性程度的高低，進一步分析對果蠅存活率的影響。當提高電解水鹼性由 pH8.5 提高至 9.5 時，對突變種果蠅的存活率反應，有最正面而且最顯著的提升(圖十四、十五)。而且不管是雌蟲或雄蟲，效果都是一致的。然而對野生種果蠅而言，結果卻是不大一樣。有趣的是，雖然野生種雄果蠅，對電解水鹼性由 pH8.5 提高至 9.5 時，存活率反應雖然略微有增加。但是對雌果蠅卻有相反的效果，存活率不升反降(圖十三)。此結果暗示，鹼性強的電解水似乎對體質比較弱的個體，幫助比較大，對體質比較強的個體，不見得有助益。



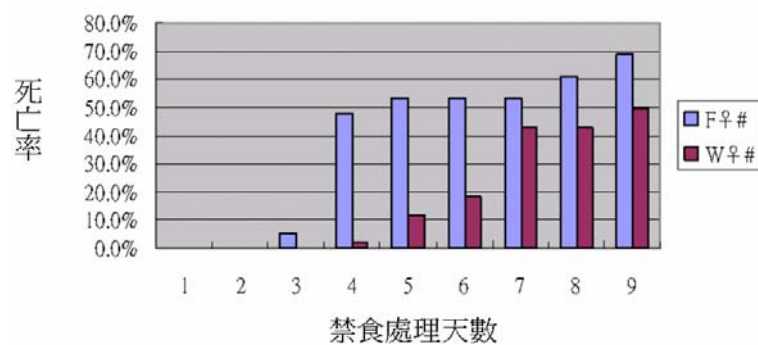
第十二圖:鹼性電解水有降低雄性野生種果蠅死亡率的作用。■ F♂ 餵食中性過濾水; ■ W♂ 餵食弱鹼性電解水; ■ S♂ 餵食強鹼性電解水。



第十三圖. 鹼性電解水有降低雌性野生種果蠅死亡率的作用。■F♀ 餵食中性過濾水；■W♀ 餵食弱鹼性電解水；■S♀ 餵食強鹼性電解水。



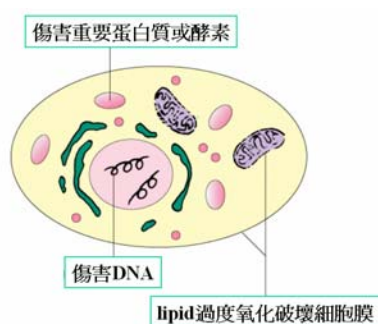
第十四圖. 鹼性電解水有降低雄性突變種果蠅死亡率的作用。■F♂ 餵食中性過濾水；■W♂ 餵食弱鹼性電解水。



第十五圖. 鹼性電解水有降低雌性突變種果蠅死亡率的作用。■F♀ 餵食中性過濾水；■W♀ 餵食弱鹼性電解水。

陸、討論

過去許多文獻已報導人體衰老可能與自由基破壞細胞功能有關。但是自由基又從何而來?舉例說,細胞的機能需靠氧化作用來分解體內營養物質來維持生命,就像汽油藉氧氣燃燒釋放出熱能來推動汽車一樣。但在氧化還原作用過程中,細胞卻產生了一種副產品 - 氧自由基。氧氣分子(O_2)本身有 16 個電子,但在還原及氧化的過程中會失去一個電子,變成單數電子的氧變得很不穩定,它會破壞細胞的功能,甚至導致疾病。有趣的是,若利用電解水機將中性過濾水分解後,水分子會變化成帶電的鹼性或酸性電解水。假如將兩者分開,酸性電解水會有類似氧自由基的作用去破壞細胞,所以被當做是一種清潔殺菌用的水。但是,鹼性電解水恰好相反,帶有一個多餘的自由電子,可在自由基奪取細胞內分子的電子之前與自由基結合,中和平衡自由基的能力(圖十七)。因此,鹼性電解水可能有類似抗氧化物的功能,能保護細胞免於自由基的傷害(圖一、圖十六)。



第十六圖. 自由基破壞細胞功能的途徑

在陰極及陽極的氧化還原反應如下：

陰極： $2H_2O + 2e^- = 2OH^- + H_2$ 具還原力之鹼性離子水。

陽極： $H_2O = 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$ 具氧化力之酸性離子水。

第十七圖. 利用電解方法分解水分子

據過去研究報告指出,禁食或營養嚴重不足的動物體內,會因為缺乏正常生理功能,而快速累積過多自由基於細胞中。然而過多的自由基會破壞細胞的遺傳物質及細胞膜,最後導致果蠅死亡。

已知 Prx-1 突變種果蠅的體內比較容易堆積自由基,因為這種果蠅細胞的染色體,用來去除過氧化自由基的一種酵素基因被去掉了,所以就無法控制自由基的量。這種突變種的果蠅雖然仍能正常發育到成蟲,但是壽命卻比野生種果蠅短。我之所以會利用這種果蠅來做實驗,是因為牠們體內已累積很多自由基,又鹼性電解水(帶負電)可以中和帶正電自由基,所以對電解水的反應,可能會比野生種果蠅明顯。在實驗過程中,我發現 Prx-1 果蠅一斷食(連水都停止供給),就

會導致果蠅大量死亡。證明這種果蠅的確抗壓力較差，因此我在實驗中就不將此果蠅事先予以斷食。祇針對年輕的野生種果蠅，事先予以斷食。實驗結果顯示 **Prx-1** 突變種果蠅，對鹼性電解水的反應遠比野生種果蠅強烈的許多(圖十四、十五)。似乎支持一種可能性：那就是鹼性電解水對比較容易堆積自由基的個體，似乎比較有正面的幫助。

下一次若再重覆這個實驗，最好直接採用 **Prx-1** 突變種果蠅來做實驗，可能會有更顯著的結果。同時也可以測試年齡較老的果蠅，是否對鹼性電解水的反應更敏感，因為果蠅年齡越大體內自由基會堆積越多。我們的實驗過程中就發現年齡越大的果蠅愈禁不起斷食的壓力。另一方面，未來實驗也可以直接採用鹼性比較強的電解水，來餵食突變種果蠅。其次，實驗過程中飼養環境(試管)的保濕，也非常重要，否則果蠅會大量乾死，並影響實驗結果。相同的，實驗中也要避免果蠅趁隙逃逸的問題，否則實驗果蠅隻數太少，便不具代表性。

柒、結論

本實驗支持鹼性電解水對禁食後的果蠅存活率可能有幫助。果蠅體內氧自由基失衡的時候，鹼性電解水可能透過中和自由基，減少對細胞的傷害。但是，這並不意味著鹼性電解水對一個健康的個體有益，因為生物體內本來就有一些調節自由基的酵素，可以平衡自由基堆積所造成的問題。所以在健康的狀態下大量飲用鹼性電解水，或許對身體自然調節機制反而是一種干擾作用。換句話說，就像健康的人不需也不應該要吃藥，只有生病的人才需依醫生指示用藥。總而言之，鹼性電解水對人體的功能，還需要其他實驗進一步研究，本實驗只有支持果蠅在極端不利的環境壓力下，餵食鹼性電解水可能提高其存活率。

捌、參考資料

1. 為了健康請喝好水 作者/ 篠原秀隆 • 出版社/ 正義
2. 疾病的原因在於水作者/ 林秀光 。出版社/ 正義。
3. 果蠅－閃亮的生命科學研究先驅作者/布魯克斯。譯者/陳雅茜。
4. 果蠅·基因·怪老頭：生物行為起源的探尋。作者／Weiner Jonathan 編／譯者／莊安祺。出版社／時報文化出版企業股份有限公司。

評語

031701 鹼性電解水餵食禁食後的果蠅之存活效應

研究設計頗具系統性，選材亦佳；唯實驗過程中有關容器的處理，未作同步考慮，略見瑕疵。