

國小「食物電池」全民科學週 教案設計與闖關實作

柯凱珮

花蓮縣北埔國小

[Email: chchch68@gmail.com](mailto:chchch68@gmail.com)

■ 前言

在國民小學自然科教學裡，檢驗水溶液性質是高年級學童踏入化學領域裡，基礎且重要的一步，其內容以觀察物質溶解現象、探討酸鹼性、自製天然指示劑及測試水溶液導電性為主。筆者在教學過程中經常延伸導電性的教學實驗，讓學童以易取得的食物中嘗試發電，並學習變因控制的科學方法。一方面滿足孩童喜歡動手操作的天性，另一方面在十二年國教課綱自然科學探究與實作的趨勢裡，勢必從國小階段就開始培養孩子「發現問題而去尋求解答」的能力。

本教案設計是 2021 年第七屆「北花蓮全民科學週」參與教案甄選入選「國小組」最佳教案設計，主題為「餐桌上的科學」，由日常生活中最重要的「吃」談起，探究自然科學中許多與「食物」相關的現象，透過物理、化學、仿生、生活科技等跨領域的動手操作，理解食物在科學中蘊含的奧妙（仿生與環境實驗室，2024）。本教案結合並強調「動手做」與「趣味性」，同時融入教育部十二年國教課程綱要的學習內涵及表現指標，以實驗探究式教學啟發學童了解某些食物中含有導電物質的事實，引導學童從操作中認識化學電池的正負極，進而啟發學童對生活環境產生好奇心及觀察力（柯凱珮、沈敬堯，2021）。

■ 教學實施過程與成果

一、教學情境準備與引導

（一）以食物汁液為電解質

由於在課本裡已學過利用食鹽水、小蘇打水、糖水、醋等溶液，連接發光二極體並觀察是否發亮，在延伸學習的活動中，筆者讓學生思考：食物裡含有的汁液是否具備可導電的媒介？學生提出的食物種類五花八門，師生共同討論並慢慢聚焦，在容易取得的前提下，從健

康課本裡提到的飲食金字塔來選擇我們的食物。最後，我們選擇了馬鈴薯(五穀根莖類)、紅蘿蔔(蔬菜類)、柑橘(水果類)、牛奶(奶蛋類)、醬油(油脂堅果類)等，亦可視實際狀況更換食物。

(二) 兩種活性不同的金屬作為正負極

在情境引導的過程中，筆者播放均一教育平台影片「伏打電池」，約 2 分 36 秒，講述 1800 年義大利人伏特製作伏打電池的過程，並根據影片內容提出問題，引發學生思考正、負極金屬與電解液的關係：

Q1：伏特利用何種物品作為正負極？

Q2：伏打電池的電解質溶液是哪一種液體？

學童從影片中瞭解：化學電池是利用兩種活性不同的金屬作為正極(Cu)與負極(Zn)，它們之間還需要電解質；當兩種不同的金屬碰觸到電解質，形成氧化還原反應，產生電子轉移；化學電池即是將化學能轉換成電能的一種裝置。筆者請學生回溯中年級時利用電線、電池、燈泡接通電路的舊經驗，使用學生熟悉的學習內容、生活現象或實際經驗，減少認知負擔。

師生討論後，決定第一階段模擬伏打電池，以銅片及鋅片作為正負極，如果成功，第二階段就將正負極物質改成容易取得的「壹圓錢幣」(+) 與鋁箔(-)。



圖 1：器材準備

二、實驗操作流程

本實驗需組員分工合作，建議以異質能力分組為佳，教師可在黑板上畫電路圖進行講解，並指導各組學生按步驟操作：

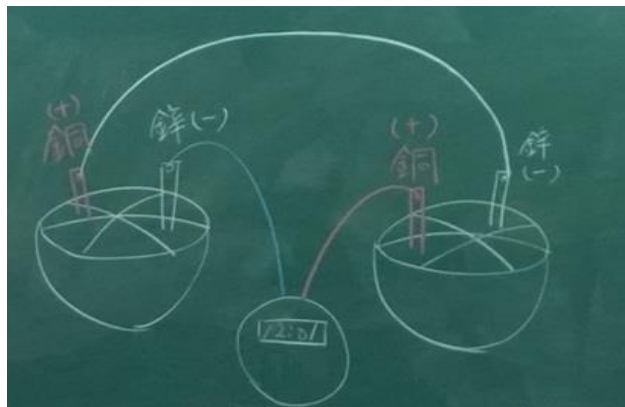




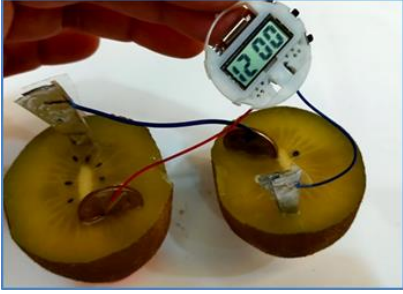
圖 2：教師手繪的電路圖

表 1 第一階段：指導學生基本實驗之操作流程

			
<p>(1)各組在桌上鋪好報紙。</p>	<p>(2)將電子時鐘的紅線接上正極物質，藍線接上負極物質。(本範例正極為 Cu，負極為 Zn)。</p>	<p>(3)另取一條電線，一端接銅片，一端接鋅片。</p>	<p>(4)組長至講台前切開食物，並依電路圖正確插上正負極物質與電線，觀察電子時鐘是否出現數字？</p>
<p>【補充說明】 能夠啟動電子時鐘所需之電壓為 0.9V。 (照片中之儀器為數顯可調式電源供應器)</p>			

實驗結果：如果電子時鐘沒有亮，請學生檢查是否接錯或鬆脫現象，立即著手修正；如果順利成功，則進入第二階段，更換正負極再行測試：

表 2 第二階段：指導學生更換正負極物質之操作流程

	<p>將原本的正極 Cu 改為壹圓硬幣，原本的負極 Zn 改為廚房鋁箔紙。</p> <p>觀察電子時鐘是否出現數字？</p>
---	--

學生在練習更換正負極物質之後，若能成功發電，第三階段教師可進階開放，讓學生使用不同食物搭配不同正負極物質來進行食物發電。教師提供市售粗筆心(石墨)作為正極物質，迴紋針作為負極物質。

表 3 第三階段：學生自主探究不同食物的電解質之操作結果

		
<p>【食物】紅蘿蔔 石墨(+), 迴紋針(-)</p>	<p>【食物】地瓜 石墨(+), 迴紋針(-)</p>	<p>【食物】牛奶 石墨(+), 迴紋針(-)</p>

三、學生紀錄與歸納

大部分的小學生對於「食物」有莫名的期待，而食物結合發電，更能引起學生高度興趣。筆者鼓勵學童在動手操作後，立即畫下或寫下操作過程，而食物電池很適合以畫圖方式重現實驗，如圖 3 及圖 4：

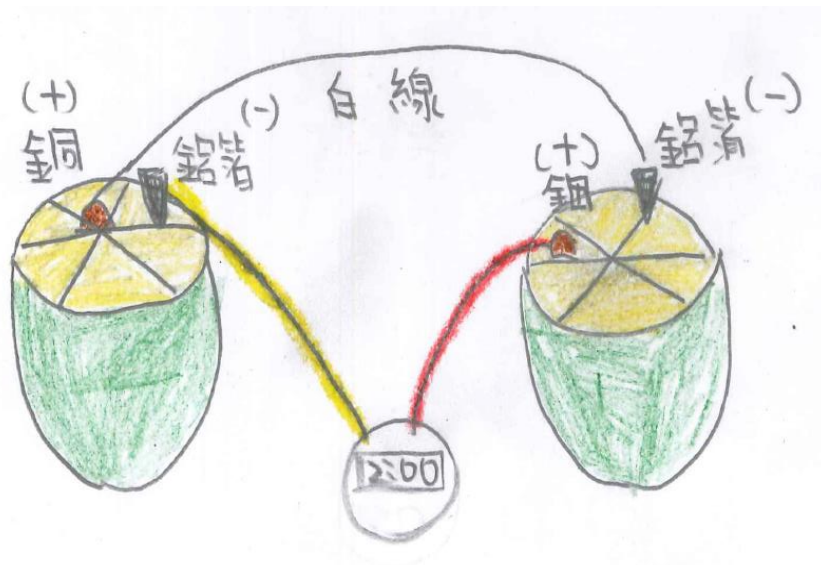


圖 3：學生手繪的檸檬電池(正極-壹圓硬幣，負極-鋁箔)



圖 4：學生手繪的柑橘奇異果電池(正極-壹圓錢幣，負極-迴紋針)

從學童的繪畫中，筆者邀請孩子說說看：如何連接電線與壹圓錢幣？如何連接電線與迴紋針？如果壹圓錢幣與迴紋針碰在一起會發生什麼事？你們這組的食物電池讓電子時鐘亮多久？操作中你覺得最困難的是什麼？如果正負極不小心碰在一起，電子時鐘還會亮嗎？

只要親自動手操作，學童對上述問題均能輕鬆回答，但根據筆者經驗，各組學生常執著於交換不同的食物來實驗，過程中「玩」的比例很重；此時教師需適時將學生的心拉回來，扣緊課本裡水溶液導電的內容，連結學生已具備的知識，協助學生歸納理解電解質（可溶於

水的酸性、鹼性、鹽類物質)，了解基本發電原理。因此教師可提供一張檢核表(如表 4)，讓學生運用本表檢核常見食物的發電性，鼓勵自主探究的樂趣。

表 4 食物發電檢核表

檢核	食物	檢核	食物	檢核	食物	檢核	食物
	醬油		紅蘿蔔		可樂		牛奶
	沙拉油		地瓜		牛番茄		米漿

■ 心得與檢討

筆者觀察：操作過程中學生玩得不亦樂乎，也習得知識，符合遊戲式學習情境。雖然食物的發電量極小，但是學生可以知道，許多能源就是從沒人注意的物質中被發現的，例如：生質能。因此人類發揮智慧，來可以開發出更環保無污染的發電方式。

部分學生主動提出串聯發電，不同組別間可以合作串聯不同的食物來發電，教師可提供連接線給孩子，鼓勵學生延伸學習廣度，如圖 5 所示：



圖 5：學生嘗試串聯不同的食物

教師引導學生在課前做好預習的工作，學生會自行連結到四年級的學習經驗(通路、斷路)，學生常會提出電壓、電流等自己半知半解的概念。此時，教師可視情形加入概念解說，並使用三用電表，實際測量電流與電壓，協助學生理解，當我們使用不同食物來操作發電，其測出的電壓也不盡相同，如圖 6 所示：

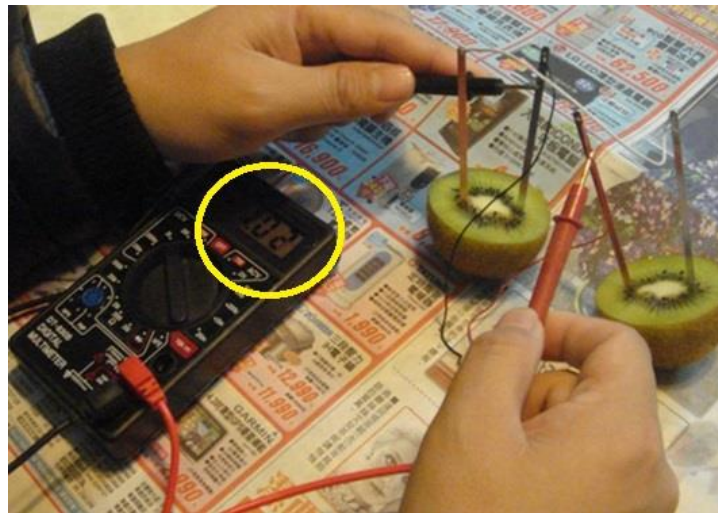


圖 6：教師使用三用電表測量奇異果電池的電壓

教師可至各組親自操作電表來測量不同食物的電壓，請各組同學將測量出的數字寫在黑板上或筆記裡，客觀的實驗數據將更利於後續討論的精準度。

■ 參考文獻

仿生與環境實驗室 (2024)。全民 FUN 科學—「北花蓮全民科學週」、「科普列車」、「仿生與環境」、「永續發展教育」。「全民 FUN 科學」平台。<https://sites.google.com/view/be-ernt/%E9%A6%96%E9%A0%81>

均一教育平台 (2024)。認識伏打電池。<https://www.junyiacademy.org/junyi-science/middle-school-physics-chemistry/s4zdz-/v/QgWDCXcHzKY>

柯凱珮、沈敬堯 (2021)。食物發電。「全民 FUN 科學」平台。

<https://sites.google.com/view/be-ernt/%E6%AD%B7%E5%B9%B4%E6%88%90%E6%9E%9C%E5%90%84%E5%B9%B4/2021-%E5%B9%B4/%E5%9C%8B%E5%B0%8F%E7%B5%84%E9%A3%9F%E7%89%A9%E7%99%BC%E9%9B%BB>

教育部 (2019)。十二年國民基本教育課程綱要- 自然科學領域課程手冊。臺北市：教育部。

■ 附錄

「2021 第七屆花蓮縣全民科學週-北花蓮」 活動教案

教案名稱	食物發電		
領域別 (科別)	<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 仿生科技 <input type="checkbox"/> 其他：_____ (請自行填入)	<input checked="" type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 奈米科技	<input type="checkbox"/> 生物 <input checked="" type="checkbox"/> 環境教育
課程大綱 (關鍵詞)	電解質、化學電池、食物發電		
學習目標	1.了解各類型食物與發電的關係。 2.利用易取得之物品做為正負極，進行電子小時鐘、發光二極體的發電實驗。 3.探究電解液的酸鹼特質，並正確繪製食物電池的電路圖。 4.主動積極參與分組討論，完成實驗並與人合作，表達實驗的過程及結果。		
教學對象	<input type="checkbox"/> 國中生 _____ 年級 <input checked="" type="checkbox"/> 國小生 5-6 年級 <input type="checkbox"/> 其他：_____	教學時間	80 分鐘 共 2 節課
作者 (服務單位)	柯凱珮、沈敬堯	通訊作者 e-mail	柯凱珮 chchch68@gmail.com
壹、活動目標			
<p>均衡飲食是健康教育中重要的一環，學校利用許多時間進行飲食金字塔的教學；而電池在學生的生活中也是不可或缺的，如手電筒、遙控器等，因此對電池並不陌生。然而食物竟然也能和電池產生連結，這可能是孩子料想不到的！</p> <p>電池如何產生電力？為什麼某些類型的食物可以產生微量的電力？是本活動主要探討之學習內涵。</p> <p>本活動希望先連結學生先備知識，引導學生理解電解質，例如酸鹼水溶液的特性，以了解基本的發電原理。此外藉由生活中容易取得的物品，發現生活中有許多東西可以作為正負極，啟發小朋友的興趣與想像。</p>			
大概念	核心問題(探究問題)		

化學電池發電原理

※如何利用各類食物、筆芯/銅幣、迴紋針/鋁箔等易取得之物品讓裝置發亮(如電子小時鐘、發光二極體)？

貳、課程綱要對照

※以十二年國教素養導向綱要呈現

【自然科-學習內容】

INa-III-6 能量可藉由電流傳遞、轉換而後為人類所應用。利用電池等設備可以儲存電能再轉換成其它能量。

【自然科-學習表現】

ti-III-1

能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法也常能做出不同的成品。

ai-III-3

參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。

參、活動原理

一、學校課程裡指導學生健康飲食加上適當運動，對成長發育有正向的幫助。其中飲食方面，運用食物金字塔來了解如何攝取營養。因此本活動就依照金字塔這幾類重點食物，選擇以下食物作為食物發電的來源。(以下供參考，可自行替換，如奇異果可換成柳丁，紅蘿蔔可換成番茄.....)

【五穀根莖類】地瓜、馬鈴薯

【蔬果類】紅蘿蔔、奇異果

【蛋白質類】牛奶

【油鹽類】醬油



二、化學電池的基本要素：

(一) 電解質 (可溶於水的酸性、鹼性、鹽類物質)

(二) 兩種活性不同的金屬

三、化學電池是利用兩種活性不同的金屬作為正極與負極，它們之間還需要電解質。當兩種不同的金屬碰觸到電解質，會形成氧化還原反應，產生電子的轉移。化學電池即是將化學能轉換成電能的一種裝置。

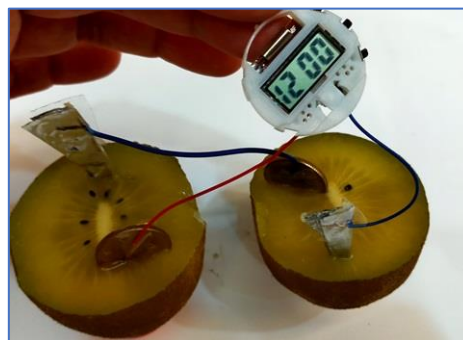
四、食物發電如右圖(以奇異果為例)

以銅幣為正極，鋁箔紙為負極，奇異果的汁液為電解質(酸性汁液)。

本活動實驗以生活中易取得的物質為正負極：

【正極】1 元銅幣或筆芯

【負極】迴紋針或鋁箔紙



肆、活動材料

器材

食物類(可視情形替換): 地瓜、柑橘、牛奶、醬油、紅蘿蔔、奇異果

器材類: 1 元銅幣、筆芯、迴紋針、鋁箔紙、電子小時鐘、發光二極體、水果刀、抹布、電線、膠帶、剪刀



藥品

無

伍、活動步驟

第一部分

影片情境引導：自均一教育平台下載影片「伏打電池」，約 2 分 36 秒，講述 1800 年義大利人伏特製作伏打電池的過程，並根據影片內容提出問題，引發學生思考正、負極金屬與電解液的關係：

Q1：伏特利用何種物品作為正負極？

Q2：伏打電池的電解質溶液是哪一種液體？

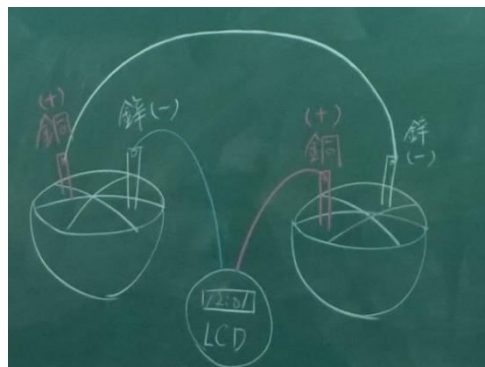
第二部分

一、分組：視人數將全班學生分成 4-5 組，異質能力分組。

二、回顧健康課程裡飲食金字塔將食物分為「五穀根莖類」、「蔬菜水果類」、「奶蛋豆魚肉類」、「油脂糖鹽類」。由各組學生攜帶或由班費統一購買這四類型食物(以便宜、常見、易取得之食物為主)。

三、教師示範操作：

配合黑板上的電路圖，講解正極、負極與電解質三者之間的關係(如右圖)。



四、學生分組實作：(本活動不使用銅棒鋅棒，讓學生取用其他物質代替)

(一) 各組鋪好報紙，組員依教師講解與黑板上的電路圖，正確插上正負極金屬與電線。

確認正負極都接好之後，組長至講台前切開食物。

1.各組食物：奇異果、馬鈴薯、牛奶等。

2.正極金屬：一元銅幣或 2B 鉛筆筆芯；負極金屬：迴紋針或鋁箔紙。

3.發電物：電子小時鐘或發光二極體。

(二) 各組同學依教師指示，分階段更換正負極與食物。如果小時鐘或二極體燈泡亮了，代表發電成功。

(提示：實驗時不可以偷吃果肉，因為金屬表面會被食物汁液溶出。)



↑ 馬鈴薯(五穀類)

↑ 牛奶(蛋白質類)

↑ 柳丁(水果類)

第三部分

- 一、教師行間巡視，查看各組實驗的結果。若沒亮，協助檢查電線及正負極是否接好。
- 二、可使用廣用試紙測試食物汁液的酸鹼性。
- 三、教師提出問題進行歸納與討論：

(問題 1)說一說，你們選用的食物是什麼？為什麼電子小時鐘或發光二極體會發亮？

(問題 2)簡要敘述食物電池產生電力的原理；並將電路圖畫下來。

請各組同學歸納師生討論後的答案，並將討論結果記錄在筆記本上。

陸、學習單

- 1.電解質是指在溶液狀態中可以 _____ 的物質。
- 2.你們這一組所使用的正極(+)物品為 _____，負極(-)物品為 _____。
- 3.()筆芯的成分除了黏土之外，主要成分為何？(1)石膏(2)石墨(3)滑石。

【答案】

- 1.導電
- 2.銅幣/2B 筆芯，迴紋針/鋁箔
- 3.(2)

柒、注意事項

實驗安全事項

- 一、 實驗時不可以偷吃果肉、不可以偷喝牛奶，因為金屬表面會被電解質汁液溶出，產生毒素。
- 二、 使用水果刀切開食物，務必要小心，建議由老師執刀或老師指定一位值得信任的學生來切食物，不可一組發一把刀子，太過危險。

實驗廢棄物處理

實驗過的食物不可再食用，請廚餘處置。

教學心得

- 一、 就教師觀察，操作過程中學生玩得不亦樂乎，也習得知識，雖然食物的發電量極小，但是小朋友可以知道，許多能源當初就是從沒人注意的物質中被發現的。因此人類發揮智慧，也許未來可以開發出更環保無污染的發電方式。
- 二、 有些學生會主動提出要進行串聯發電，不同組別之間可以利用不同的食物進行串聯，教師只要提供連接線給孩子，鼓勵學生**延伸學習廣度**。
- 三、 事前情境布置很重要：有些學生在課前觀看相關資料，會連結到四年級時的學習經驗(通路、斷路)，有時甚至會提出像電壓、電流等自己不太理解的概念語詞，而教師就視情形加入概念解說，如時間允許的話，授課老師可使用三用電錶，實際測量電流與電壓。

捌、參考資料

蕭俊傑(2017)。孩子的科學遊戲：53個在家就能玩的科學實驗全圖解。台北：電腦人文化。科技大觀園 <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/WsO5.htm>

[菲立普·內斯曼](#)、[夏琳·潔頓](#)(2017)。99個在家玩的科學實驗。台北：聯經。

[山姆·巴爾](#)等(2019)。小小科學人：100食物大發現。台北：小天下。