

電苗助長

研究者：陳柏睿、陳治菘、林宜蓁、許睿恩、林承昱、江佳臻
指導老師：吳錦勳、周惠淳

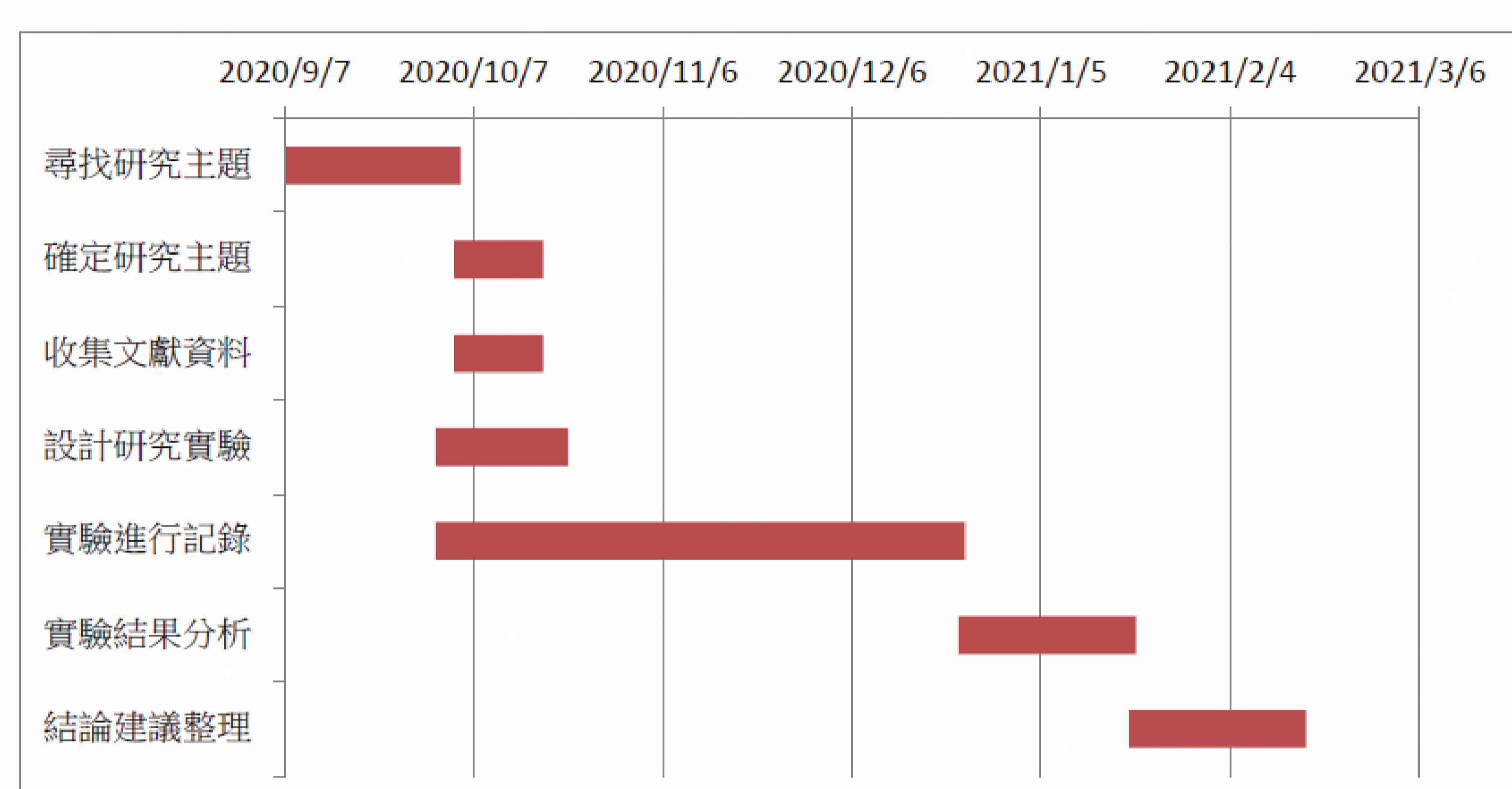
壹、研究動機

地球不斷暖化，而且種植作物的土地越來越少，而人們對食物的需求卻越來越大，使用肥料能加快植物的生長速度、增加蔬菜的收成量並殺死害蟲，但是對於土壤與人體都會有所影響。巧的是看到一篇植物也能通電的研究，於是我們想出利用太陽能電解土壤來刺激植物生長的假設，來試著找出有效讓植物生長的實驗。

貳、研究設備及器材



參、研究過程及方法



肆、太陽能燃料電池模組製作與效能測量

(一) 製作步驟：

1. 拆解廢電池 2 個，取其碳棒。
2. 利用鐵鉗夾住碳棒，將碳棒在高溫瓦斯噴槍之火焰上加熱至紅熱，將其插入冷水中使其急速冷卻。重複步驟約十次，使碳棒之每一部位皆達紅熱後再急速冷卻，使碳棒表面活化。
3. 利用焊槍將電線、碳棒與太陽能板焊接在一起。
4. 利用熱熔槍將太陽能板固定在粗吸管上。

(二) 效能測量：

將 1 組太陽能燃料電池通電模組插入土壤中，並紀錄 1 天 4 次的電壓變化，共記錄 5 天。

(三) 實驗小結：

觀測的這五天，發現太陽能燃料電池通電模組能提供一定的電力，而且因燃料電池白天電解後，夜晚仍能持續產生電力。

伍、研究結果與討論

(一) 目的一：

在「植物與電的不解之緣」一文中，提到在植物通電的情況下，提供植物弱電的刺激，可以促進植物生長，但是如何生長，生長的過程卻較缺乏實證的觀察與研究。而「植物電療法」係比較不同電壓植物的生長，主要針對豆科植物的生長成效，所以我們試著進行實驗來探討這個研究。

(二) 目的二：

鋅銅電池的電性表現（電壓和電流）不錯，但會產生腐蝕情形以及應用性的問題。利用太陽能重複電解廢電池的碳棒就能持續提供電力。而電極距離 6cm 提供適當的電力，發現太陽能燃料電池通電模組能提供一定的電力，而且因燃料電池白天電解後，夜晚仍能持續產生電力。而且根據觀察太陽能電池晶片不斷改良，就算是白天無陽光的情況下，仍能將光轉換提供部分電力。

(三) 目的三：

皺葉小白菜植株生長快速，約 20 天即可採收，對環境適應性強。我們發現電極距離 6cm，電壓 1.5v 的太陽能模組發芽效率最好。

(四) 目的四：

太陽能燃料電池模組能使鹿角萵苣的葉片生長加速。而皺葉小白菜的葉片生長長度雖然沒明顯，但是我們觀察到小白菜葉片面積卻是大大不同。

(五) 目的五：

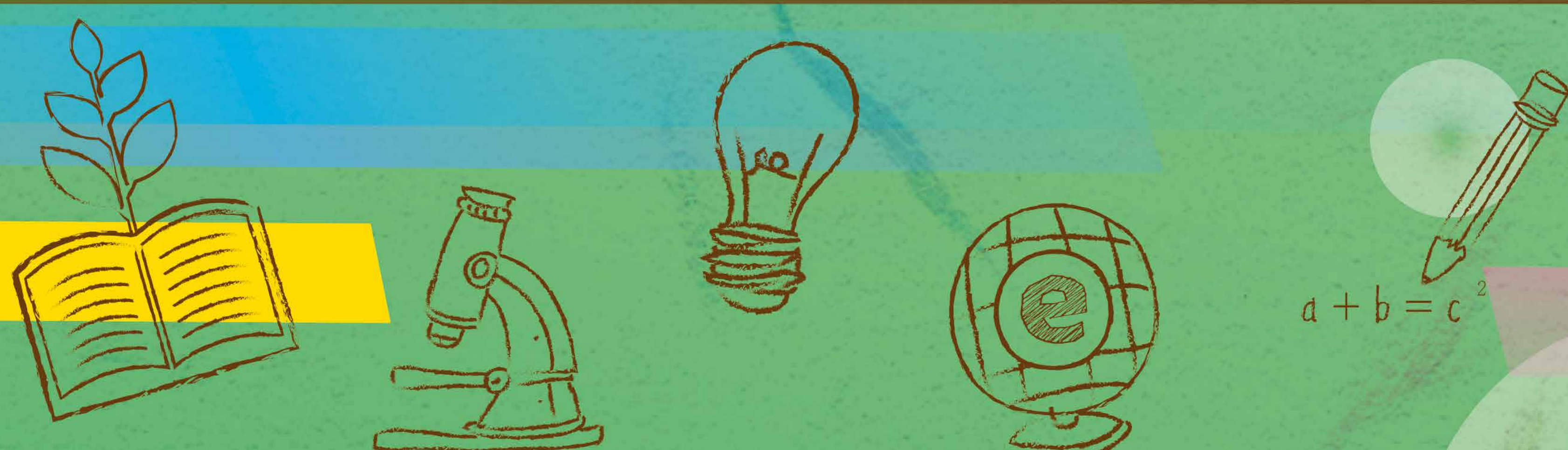
小白菜易種好吃，但菜蛾是危害白菜正常生長的主要蟲害之一，我們驚喜的發現，經過太陽能燃料電池的電力提供，好像幫皺葉小白菜罩上隱形的金鐘罩，免去蟲害之苦，而且還沒有農藥的污染呢！

(六) 目的六：

我們挑了番茄和草莓的季節性作物來做糖度實驗，種植了將近 2 個月，採收成熟果實，發現確實能提高果實糖度，但是自己種的對照組則明顯糖度較低。

(七) 目的七：

直接將電線導入番茄的植株上，直接提供電力，雖然也能刺激生長，但是我們觀察到經過 2 星期後，直接導電的植株葉片開始枯黃，不知道是否和導電有相關聯，所以既然都會刺激生長，還是建議使用太陽能燃料電池電解土壤的方式為宜。



新北市永和區秀朗國民小學 109 學年度獨立研究成果

類別：自然類

作品名稱：電苗助長

報告學生：陳柏睿 陳治菘 林宜蓁 許睿恩 林承昱 江佳臻

指導老師：吳錦勳 周惠淳



目 錄

摘要.....	1
壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	1
參、研究設備及器材.....	2
肆、研究過程及方法.....	2
(一) 研究流程圖.....	2
(二) 研究實驗過程.....	3
目的一：探討植物通電的相關文獻.....	3
目的二：製作太陽能燃料電池模組.....	4
實驗二-1：製作太陽能燃料電池通電模組.....	4
實驗二-2：測量太陽能燃料電池模組效能.....	4
目的三：比較不同電壓因素對皺葉小白菜發芽的影響.....	6
實驗三-1：觀察電壓大小對皺葉小白菜生長的影響.....	6
實驗三-2：觀察不同電極距離對皺葉小白菜發芽的影響.....	7
目的四：比較太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣與皺葉小白菜生長的影響.....	10
實驗四-1：觀察太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣生長的影響.....	10
實驗四-2：觀察太陽能燃料電池模組對皺葉小白菜生長的影響.....	11
目的五：比較太陽能通電對鹿角萵苣與皺葉小白菜防蟲蟲害的影響.....	13
實驗五-1：觀察太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣防蟲蟲害的影響.....	13
實驗五-2：觀察太陽能燃料電池模組對皺葉小白菜防蟲蟲害的影響.....	14
目的六：比較太陽能板通電對草莓、番茄果實糖度的影響.....	15
實驗六-1：比較太陽能板通電對草莓果實糖度的影響.....	15
實驗六-2：觀察太陽能板通電對聖女番茄果實糖度的影響.....	16
目的七：比較不同通電方式對番茄生長的影響.....	18
實驗七-1：利用太陽能板燃料電池對聖女番茄生長的影響.....	18
實驗七-2：利用太陽能板直接在對聖女番茄上通電對其生長的影響.....	19
伍、研究結果與討論.....	20
一、實驗結果討論.....	20
二、未來研究建議.....	22
三、小組研究心得.....	22
參考文獻與資料.....	24

摘要

首先我們進行了植物通電的研究。然後利用**皺葉小白菜**和**鹿角萵苣**、**番茄**、**草莓**為實驗的材料。決定利用**燃料電池**的概念來為實驗的材料提供電力。經過實驗後發現，有提供**太陽能電力**的實驗組，不管是發芽或是生長甚至糖度都有明顯的不同，大大提升了生長效率。另外我們還發現，**通電後**竟然還可以**防治皺葉小白菜的病蟲害**，不需要農藥，不會危害土壤，真的是**電苗助長**。

壹、研究動機

地球不斷暖化，而且種植作物的土地越來越少，而人們對食物的需求卻越來越大，使用肥料能加快植物的生長速度、增加蔬菜的收成量並殺死害蟲，但是對於土壤與人體或多或少都會有所影響。而我們在五上的自然課學到植物的生長，更巧的是看到一篇植物也能通電的研究，於是我們想出利用太陽能電解土壤來刺激植物生長的假設，來試著找出有效讓植物生長的實驗。

貳、研究目的

- 一、探討植物通電的相關文獻
- 二、製作太陽能通電模組
- 三、比較不同電壓因素對皺葉小白菜發芽的影響
- 四、比較太陽能通電對鹿角萵苣與皺葉小白菜生長的影響
- 五、比較太陽能通電對鹿角萵苣與皺葉小白菜防蟲蟲害的影響
- 六、比較太陽能板通電對草莓、番茄果實糖度的影響
- 七、比較不同通電方式對番茄生長的影響

參、研究設備及器材

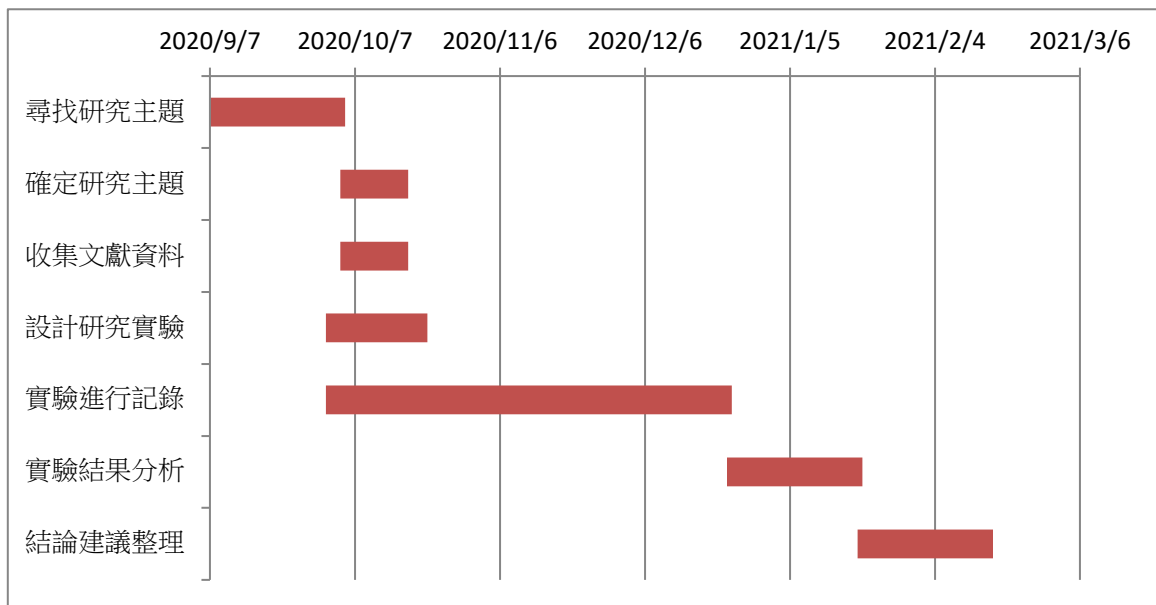
實驗器材準備：

		
<p>太陽能燃料電池模組</p>	<p>皺葉小白菜</p>	<p>鹿角萵苣</p>
		
<p>番茄</p>	<p>草莓</p>	<p>糖度計</p>

肆、研究過程及方法

(一) 研究流程圖

任務名稱	開始日期	天數	結束日期
尋找研究主題	2020/9/7	28	2020/10/4
確定研究主題	2020/10/4	14	2020/10/17
收集文獻資料	2020/10/4	14	2020/10/17
設計研究實驗	2020/10/1	21	2020/10/21
實驗進行記錄	2020/10/1	84	2020/12/23
實驗結果分析	2020/12/23	28	2021/1/19
結論建議整理	2021/1/19	28	2021/2/15



(二) 研究實驗過程

目的一：探討植物通電的相關文獻

在 2015/11/21 的科學網中（原文網址：<http://read01.com/G44B2n.html>），有一篇「給植物通電怎麼樣？」中，作者伯格倫提到：把植物和電路聯繫起來，不僅讓農民可以隨時了解植物的生長狀態，控制植物生長速度和成熟時間，或者將植物光合作用收集的太陽能轉化為電能。這聽上去有些天方夜譚，在科學家的幫助下，這些目標都可以實現。而在 15 年前，一個研究植物生理學的同事問伯格倫，是否能將電路連接在樹上，作為分析樹的生物化學過程的探測工具。如果可以這樣，或許能用電路控制植物的生長過程，決定何時開花結果。所以依此原理我們想來探討通電後是否會影響**果實的糖度**呢？

而在第九屆旺宏科學獎作品名稱：植物電療法-不同電壓下植物的生長情況，也提到利用給予植物 3V 和 4.5V 綠豆莖的平均長度一直高於未通電者的長度，6V 和 9V 的綠豆未高於未通電綠豆的平均長度，可是他們的一天成長量在 6V 與 9V 通電下的綠豆，葉子來的黯淡許多，可見提供電力卻能影響豆科植物生長，而對於**小白菜的生長是否也會有所影響呢**？

目的二：製作太陽能燃料電池模組

實驗構想：如何有效的提供植物通電的電力來源，想要經濟又環保，我們參考了鋅銅電池、燃料電池等原理及製作方式，採用太陽能板提供電力電解碳棒產生循環電力的方式進行實驗。

實驗二-1：製作太陽能燃料電池通電模組




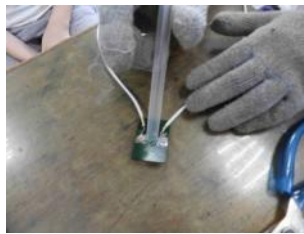
準備器材：乾電池碳棒、太陽能板、三用電表、粗吸管。

實驗步驟：1.拆解廢電池 2 個，取其碳棒。

2.利用鐵鉗夾住碳棒，將碳棒在高溫瓦斯噴槍之火焰上加熱至紅熱，將其插入冷水中使其急速冷卻。重複步驟約十次，使碳棒之每一部位皆達紅熱後再急速冷卻，使碳棒表面活化。

3.利用焊槍將電線、碳棒與太陽能板焊接在一起。

4.利用熱熔槍將太陽能板固定在粗吸管上。

			
活化廢電池碳棒	焊接電線	將電線綁在碳棒上	利用熱熔槍固定吸管

實驗二-2：測量太陽能燃料電池模組效能

準備器材：太陽能燃料電池模組、培養土、三用電表。

實驗步驟：1.將 1 組太陽能燃料電池通電模組插入土壤中。

2.紀錄 1 天 4 次的電壓變化。共記錄 5 天。

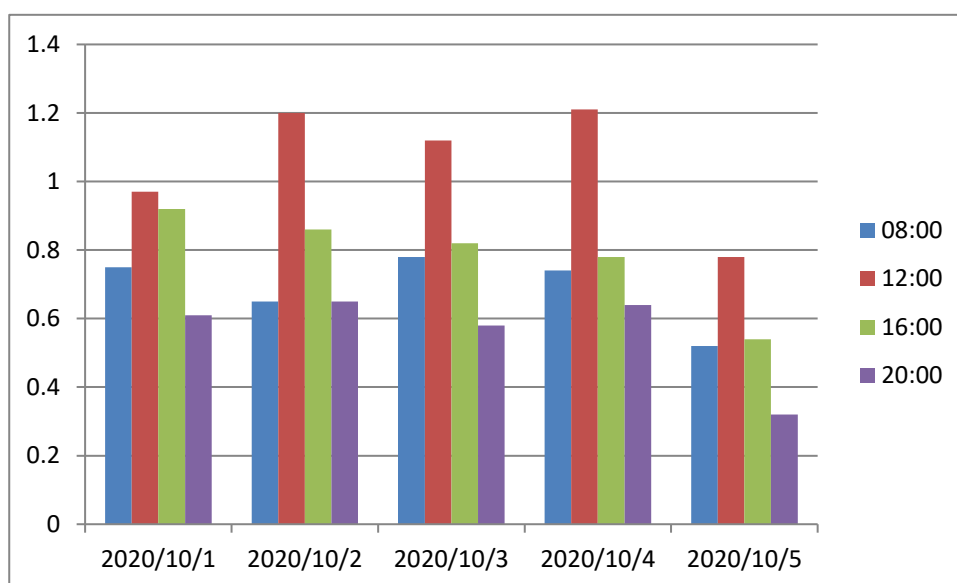
			
測量早上電壓	測量中午電壓	測量下午電壓	測量晚上電壓

實驗結果記錄：

電壓紀錄（單位 V）

日期 每日時間	2020/10/1	2020/10/2	2020/10/3	2020/10/4	2020/10/5
08:00	0.75	0.65	0.78	0.74	0.52
12:00	0.97	1.2	1.12	1.21	0.78
16:00	0.92	0.86	0.82	0.78	0.54
20:00	0.61	0.65	0.58	0.64	0.32
日照時間	6.4	8.3	8.3	8.2	0

附註：日照時間係參考中央氣象局板橋觀測站資料。



實驗小結：觀測的這五天，前四天天氣晴朗，但第五天為多雲，我們每天紀錄太陽能板電壓變化，然後實驗結束後參照中央氣象局板橋觀測站資料，發現**太陽能燃料電池通電模組**能提供一定的電力，而且因燃料電池白天電解後，夜晚仍能持續產生電力。

目的三：比較不同電壓因素對皺葉小白菜發芽的影響

實驗構想：文獻中討論是豆科的生長影響，我們去花市詢問園藝人員，他們推薦皺葉小白菜屬於全年生長的食材，發芽率穩定，可提供我們實驗觀察，所以我們利用皺葉小白菜進行實驗。

實驗三-1：觀察電壓大小對皺葉小白菜生長的影響

準備器材：花盆、培養土、不同太陽能板燃料電池模組、皺葉小白菜種子。

實驗步驟：1.製作 A、B、C 等 3 組太陽能板燃料電池模組。

2.各將 10 顆皺葉小白菜種子平均放置四盆花盆中。

3.分別將 3 組不同電壓太陽能燃料電池模組（1.2V、1.5V、3V）置於 A、B、C 盆。

D 盆不放置太陽能燃料電池模組，作為對照組。

4.每日中午測量記錄電壓。

5.觀察紀錄皺葉小白菜發芽狀況。



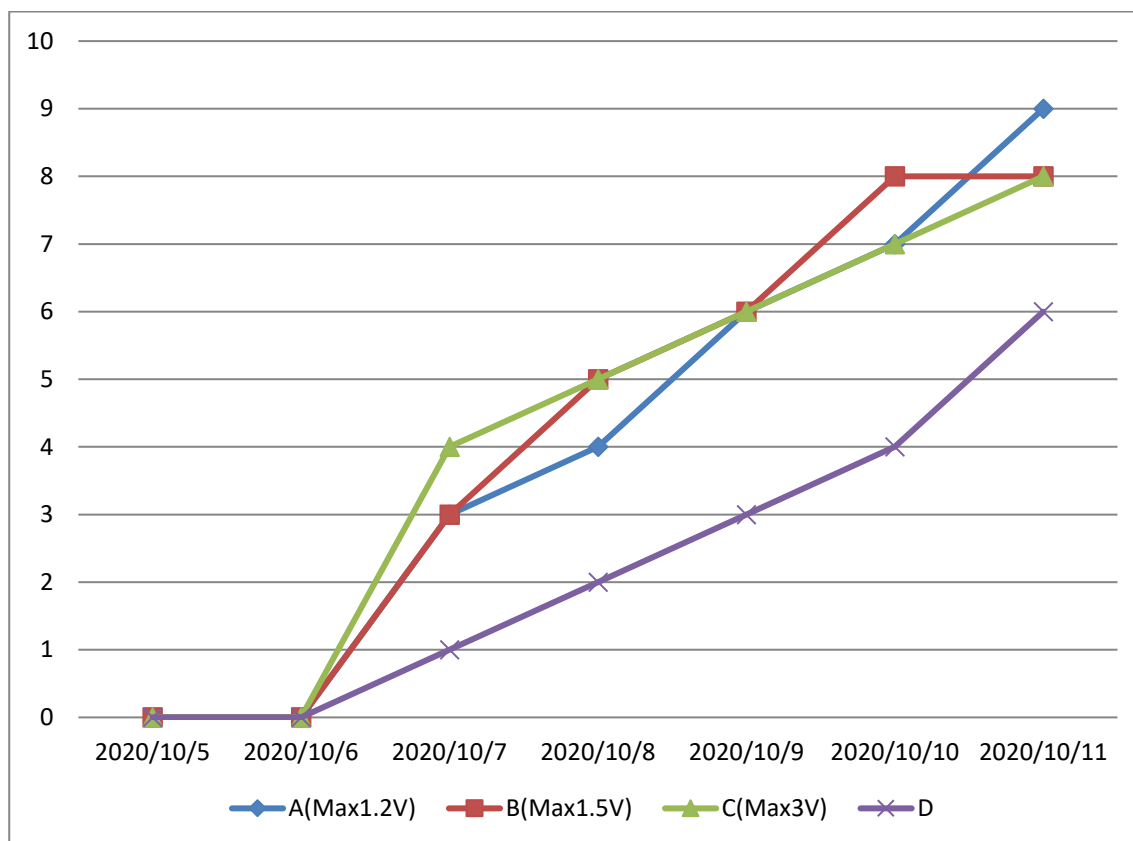
電壓紀錄（單位 V）

日期 電壓	2020/10/5	2020/10/6	2020/10/7	2020/10/8	2020/10/9	2020/10/10	2020/10/11
A(Max1.2V)	0.65	0.61	0.48	0.77	0.59	0.55	0.72
B(Max1.5V)	0.78	0.75	0.74	0.72	0.67	0.63	1.17
C(Max3V)	1.8	1.57	1.32	1.3	1.64	1.52	1.95
日照時間	0	0.5	0.1	0.4	0	0	3.0

發芽狀況記錄（單位株）

	2020/10/5	2020/10/6	2020/10/7	2020/10/8	2020/10/9	2020/10/10	2020/10/11
A(Max1.2V)	0	0	3	4	6	7	9
B(Max1.5V)	0	0	3	5	6	8	8
C(Max3V)	0	0	4	5	6	7	8
D	0	0	1	2	3	4	6

發芽走勢圖



實驗小結：電壓的強度對於皺葉小白菜發芽並無太明顯的影響，但是和對照組比較起來，有太陽能板燃料電池模組的發芽率與發芽速度還是有明顯提高。

實驗三-2：觀察不同電極距離對皺葉小白菜發芽的影響

實驗器材：花盆、培養土、太陽能板燃料電池模組相同 3 組、三用電表、皺葉小白菜種子。

實驗步驟：1.製作 3 組 1.5V 太陽能板燃料電池模組。




2.各將 10 顆皺葉小白菜種子平均放置 3 盆花盆中。

3.分別將太陽能燃料電池模組置於 A、B、C 盆。A 盆電極 3cm，B 盆電極 6cm，C 盆電極 9cm。

4.每日中午測量記錄電壓。

5.觀察紀錄皺葉小白菜發芽狀況。

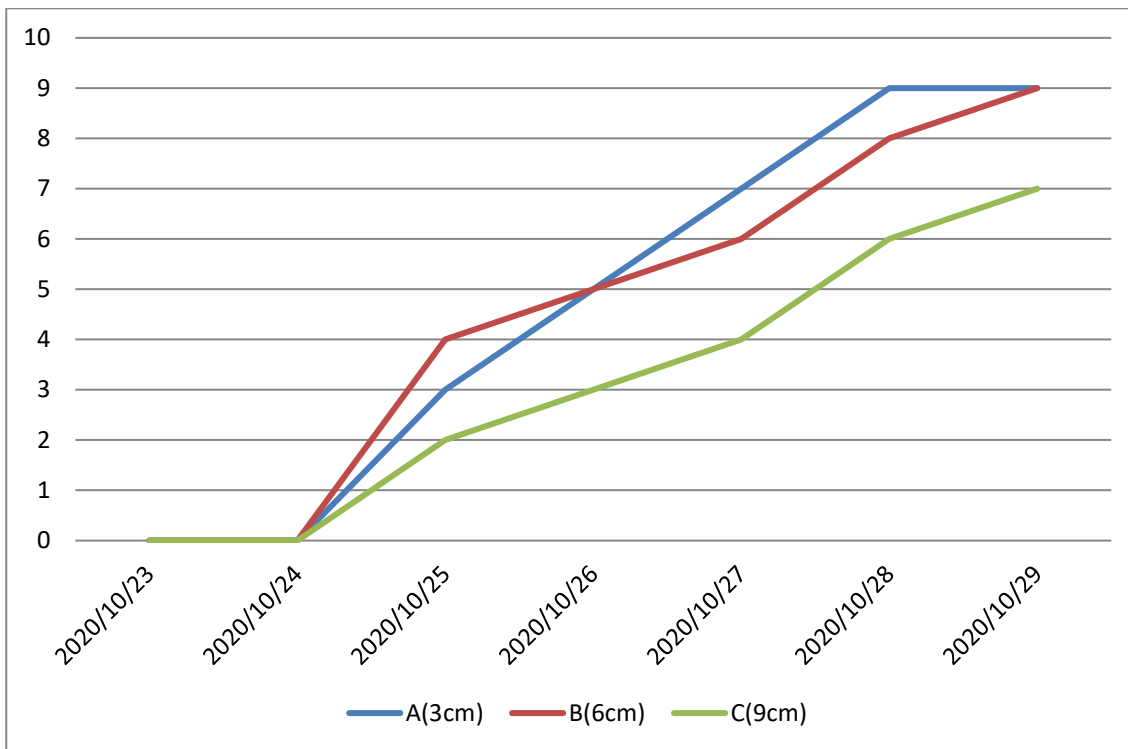
		
測量電極距離 3cm	測量電極距離 6cm	測量電極距離 9cm

		
測量電極距離 3cm	測量電極距離 6cm	測量電極距離 9cm

實驗記錄：

日期	2020/10/23	2020/10/24	2020/10/25	2020/10/26	2020/10/27	2020/10/28	2020/10/29
電壓							
A(3cm)	0.76	0.78	1.42	1.43	1.51	1.19	0.75
B(6cm)	0.78	0.75	1.35	1.42	1.47	1.23	0.77
C(9cm)	0.63	0.62	1.22	1.25	1.28	0.89	0.51
日照時間	0	0.6	6.5	7.5	7.5	2.2	0.0

日期	2020/10/23	2020/10/24	2020/10/25	2020/10/26	2020/10/27	2020/10/28	2020/10/29
發芽							
A(3cm)	0	0	3	5	7	9	9
B(6cm)	0	0	4	5	6	8	9
C(9cm)	0	0	2	3	4	6	7



實驗小結：電極距離 3cm、6cm，測得電壓沒有明顯變化，**電壓的大小還是取決於日照的強度**。但是**電極距離 9cm 測得的電壓明顯減弱**。而且也影響皺葉小白菜的發芽率。為確保控制變因一致性，所以接下來的實驗我們的電極距離皆取 6cm。

目的四：比較太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣與皺葉小白菜生長的影響

實驗構想：根據「**實驗三**」相關實驗，通電後的確能影響皺葉小白菜的發芽率，但是太陽能燃料電池模組能促進植物的生長嗎？我們前往菜苗培育場，發現有鹿角萵苣的幼苗，可以提供我們觀察生長的比較，所以我們進行太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣與皺葉小白菜生長的實驗。

實驗四-1：觀察太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣生長的影響

實驗器材：花盆、培養土、太陽能板燃料電池模組、三用電表、4 株鹿角萵苣幼苗。

實驗步驟：1.將鹿角萵苣幼苗分別移株至各 2 盆花盆中

2.其中 2 盆插入太陽能燃料電池模組進行實驗，另 2 盆作為對照組。

3.各盆選定其中一片葉子做記號後每 2 天觀察紀錄鹿角萵苣生長情況。

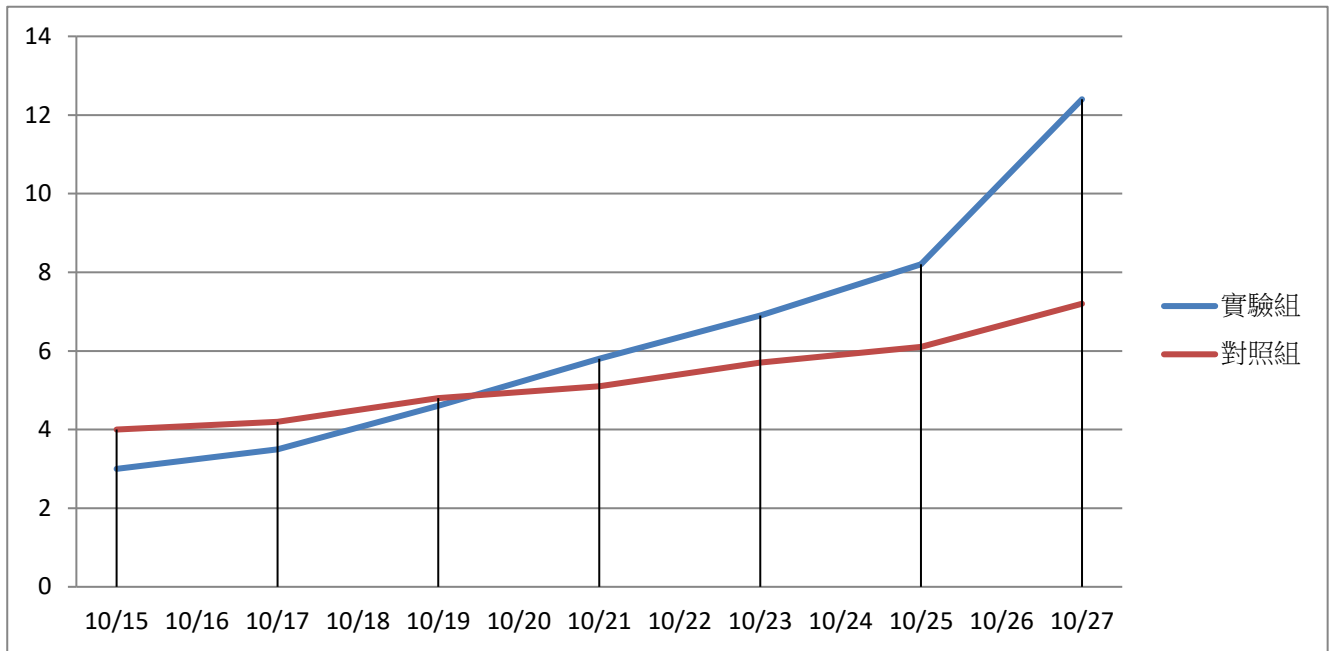
 Two pots of lettuce seedlings on Day 1. A sign in the background says "第一天" (Day 1). The plants are small and green.	 Two pots of lettuce seedlings on Day 1 with solar fuel cell modules inserted into the soil. A sign in the background says "第一天" (Day 1).	 Two pots of lettuce seedlings on Day 2 with solar fuel cell modules. The plants appear slightly larger than on Day 1.
第一天對照組	第一天實驗組	第二天實驗組

 A person's hands are shown measuring the length of a lettuce leaf with a yellow ruler.	 Two lettuce plants in pots on Day 9. A sign in front says "第9天" (Day 9). The experimental group plant is noticeably larger.	 Two lettuce leaves are laid out on a wooden table next to a yellow ruler for comparison. The leaf from the experimental group is significantly longer than the control leaf.
測量葉片長度	第 9 天實驗組與對照組比較	第 9 天實驗組與對照組比較

實驗記錄：

日期 葉長(cm)	2020/10/15	2020/10/17	2020/10/19	2020/10/21	2020/10/23	2020/10/25	2020/10/27
實驗組	3	3.5	4.6	5.8	6.9	8.2	12.4
對照組	4	4.2	4.8	5.1	5.7	6.1	7.2

實驗小結：剛開始葉長尚無明顯變化，但是過了 1 星期後，實驗組的生長明顯變快。



實驗四-2：觀察太陽能燃料電池模組對皺葉小白菜生長的影響

實驗器材：花盆、培養土、太陽能板燃料電池模組、三用電表、4 株皺葉小白菜幼苗。

實驗步驟：1.將皺葉小白菜幼苗分別移株至各 2 盆花盆中

2.其中 2 盆插入太陽能燃料電池模組進行實驗，另 2 盆作為對照組。

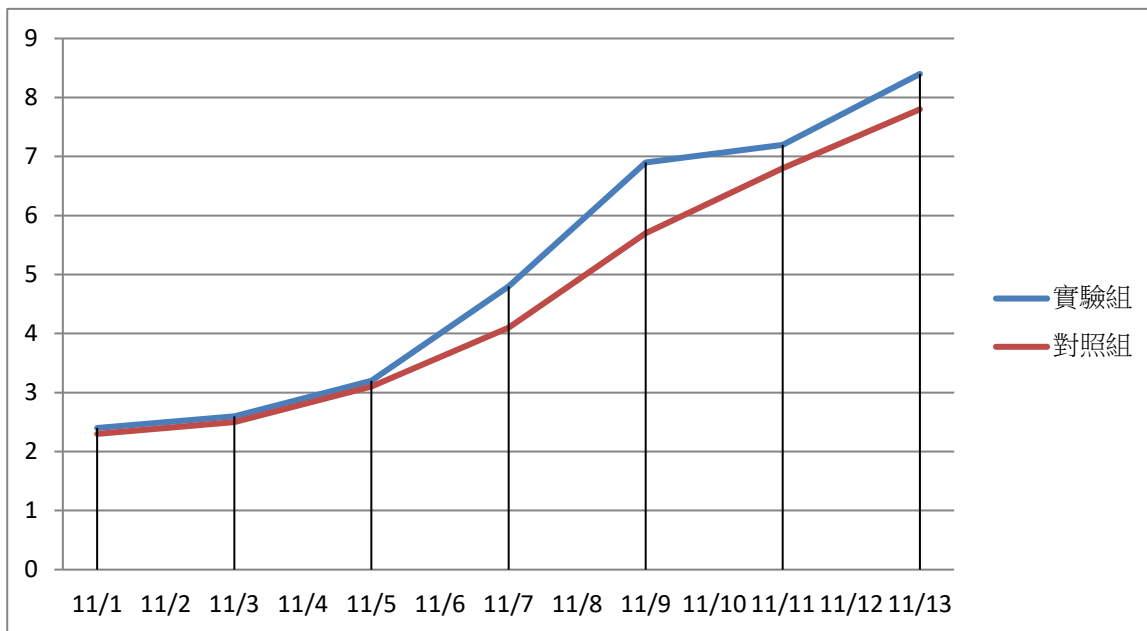
3.各盆選定其中一片葉子做記號後每 2 天觀察紀錄皺葉小白菜生長情況。





實驗記錄：

日期 葉長(cm)	2020/11/01	2020/11/03	2020/11/05	2020/11/07	2020/11/09	2020/11/11	2020/11/13
實驗組	2.4	2.6	3.2	4.8	6.9	7.2	8.4
對照組	2.3	2.5	3.1	4.1	5.7	6.8	7.8



實驗小結：我們發現皺葉小白菜的生長速度，實驗組和對照組沒有明顯的變化。但是在實驗的過程中，經過了一段時間後，實驗組的小白菜**明顯茂盛許多**，讓人十分驚訝。

目的五：比較太陽能通電對鹿角萵苣與皺葉小白菜防蟲蟲害的影響

實驗構想：根據菜苗培育場人員表示，皺葉小白菜蟲害相當嚴重，但鹿角萵苣相較蟲害較少，所以我們想試試看，經由通電的情況下，是否可以提供病蟲害的防制效果？

實驗五-1：觀察太陽能燃料電池模組對鹿角萵苣防蟲蟲害的影響

實驗器材：花盆、培養土、太陽能板燃料電池模組、三用電表、4 株鹿角萵苣。

實驗步驟：1.將鹿角萵苣幼苗分別移株至各 2 盆花盆中

2.其中 2 盆插入太陽能燃料電池模組進行實驗，另 2 盆作為對照組。

3.每 2 天比較紀錄鹿角萵苣蟲害情況。



實驗記錄：(有蟲害葉片數)

日期 蟲害狀況	2020/11/23	2020/11/25	2020/11/27	2020/11/29	2020/12/01	2020/12/03	2020/12/05
實驗組	0	0	0	0	0	0	0
對照組	0	0	0	0	0	0	0

實驗五-2：觀察太陽能燃料電池模組對皺葉小白菜防蟲蟲害的影響

實驗器材：花盆、培養土、太陽能板燃料電池模組、三用電表、4 株皺葉小白菜。

實驗步驟：1.將皺葉小白菜半成株分別移株至 4 盆花盆中

2.其中 2 盆插入太陽能燃料電池模組進行實驗，另 2 盆作為對照組。

3.每 2 天觀察比較皺葉小白菜蟲害情況。

		
第 1 天實驗組	第 3 天實驗組	第 3 天對照組

		
實驗組蟲害狀況	對照組蟲害狀況	實驗組與對照組葉片比較

實驗記錄：(有蟲害葉片數)

日期 蟲害狀況	2020/11/23	2020/11/25	2020/11/27	2020/11/29	2020/12/01	2020/12/03	2020/12/05
實驗組	0	0	0	1	2	3	4
對照組	0	1	3	6	6	6	6

實驗小結：根據菜苗栽培場人員表示，鹿角萵苣不易有蟲害，而種植皺葉小白菜則非常容易受蟲害之苦，建議要在葉面上噴灑辣椒汁。我們發現用了太陽能板後，鹿角萵苣的病蟲害防治並不明顯，但是**防止皺葉小白菜蟲害的效果卻是十分顯著**。

目的六：比較太陽能板通電對草莓、番茄果實糖度的影響

實驗構想：我們藉由實驗得知用太陽能板通電可使植物生長速度變快，所以我們想知道藉由通電是否也能使果實糖度變得較甜，我們挑選種植番茄和草莓進行實驗。

實驗六-1：比較太陽能板通電對草莓果實糖度的影響

準備器材：草莓幼苗、土壤、盆栽、太陽能板燃料電池模組、糖度計、電表

實驗步驟：1.把土放到花盆的一半滿，再把草莓植株放到花盆的中央，再把土覆蓋到 8 分滿，共製作 6 盆。

2.將製作完的太陽能實驗組裝置在草莓植株盆的土中，共製作 3 盆。另 3 盆僅澆水，一般種植方式，當成對照組

3.每天定時澆水，紀錄草莓生長狀況。

4.當草莓果實成熟後，取果實 3 顆，加 10cc 蒸餾水，壓製成水狀。

5.利用糖度計進行實驗草莓與市售草莓糖度比較。

		
實驗組草莓(1)	實驗組草莓(2)	實驗組草莓果實

		
市售大湖草莓	太陽能電種植草莓	一般種植草莓

		
將草莓壓成汁	糖度計測量 (1)	糖度計測量 (2)

實驗記錄：

草莓 糖度紀錄	第 1 顆	第 2 顆	第 3 顆	平均
市售草莓	7.5	7.2	8.3	7.67
太陽能電草莓	8.3	9.2	9.5	9
一般種植草莓	4.2	3.8	3.6	3.87

實驗六-2：觀察太陽能板通電對聖女番茄果實糖度的影響

準備器材：番茄幼苗、土壤、盆栽、太陽能板燃料電池模組、糖度計、電表測量工具：

- 實驗步驟：1.先把土放到花盆的一半滿，再把番茄植株放到花盆的中央，最後將土覆蓋到八分滿，共製作 6 盆。
- 2.將製作完的太陽能板燃料電池模組裝置在聖女番茄的土中，共製作 3 盆實驗組。
另 3 盆僅澆水，一般種植方式，當成對照組
- 3.每天定時澆水，紀錄聖女番茄生長狀況。
- 4.當聖女番茄果實成熟後，取果實 3 顆，加 10cc 蒸餾水，壓製成水狀。
- 5.利用糖度計進行實驗番茄與市售番茄糖度比較。



實驗記錄：

番茄 糖度紀錄	第 1 顆	第 2 顆	第 3 顆	平均
市售番茄	3.2	4.2	3.8	3.73
太陽能電番茄	3.7	4.4	4.6	4.23
一般種植番茄	1.9	1.5	1.6	1.67

實驗小結：觀察實驗結果，有太陽能模組的果實糖度跟市售差異不大，但沒有肥料的糖度明顯偏低。

目的七：比較不同通電方式對番茄生長的影響


實驗構想：我們希望可以利用不同的通電方式，讓我們知道哪一種通電方式可以使植物生長得比較好。

實驗七-1：利用太陽能板燃料電池對聖女番茄生長的影響

實驗器材：聖女番茄幼株 2 株，土壤、盆栽、太陽能板燃料電池模組、鋁箔紙

實驗步驟：1. 布置 1 盆實驗組，將太陽能板燃料電池模組插入土壤中。1 盆對照組。

2. 觀察聖女番茄 2 星期生長的高度。（測量底部到最高葉子高度）

		
測量植株高度	觀察實驗組生長狀況	觀察實驗組生長狀況

		
觀察實驗組生長狀況	觀察實驗組生長狀況	觀察實驗組生長狀況

實驗記錄：

日期 高度(cm)	2020/12/07	2020/12/09	2020/12/11	2020/12/11	2020/12/13	2020/12/15	2020/12/17
實驗組	16.4	16.8	17.3	17.9	18.6	19.2	20.9
對照組	15.6	15.9	16.2	17.0	17.8	18.2	19.1

實驗七-2：利用太陽能板直接在對聖女番茄上通電對其生長的影響

實驗器材：聖女番茄幼株 2 株，土壤、盆栽、太陽能板、電線、鋁箔紙

實驗步驟：1.布置 1 盆聖女番茄，將太陽能板連接電線。

2.在植株上間隔 4 公分處分別包上 2 片錫箔紙，然後連接太陽能板。1 盆對照組。

3.觀察測量聖女番茄 2 星期生長的高度。（測量底部到最高葉子高度）

		
將鋁箔紙包上植株	連接電線	連接電線

		
測量電壓	觀察生長狀況	觀察生長狀況

實驗記錄：

日期 高度(cm)	2020/12/07	2020/12/09	2020/12/11	2020/12/11	2020/12/13	2020/12/15	2020/12/17
實驗組	16.2	17.8	18.6	19.4	20.1	21.5	22.4
對照組	15.6	15.9	16.2	17.0	17.8	18.2	19.1

實驗小結：雖然通電的方式不同，但是對於番茄的生長都有幫助。有明顯的變快！建議可**增加實驗盆數**，求其平均，應該更能發現差異性。

伍、研究結果與討論

一、實驗結果討論

(一) 在「植物與電的不解之緣」一文中，提到在植物通電的情況下，提供植物弱電的刺激，可以促進植物生長，但是如何生長，生長的過程卻較缺乏實證的觀察與研究。而「植物電療法」係比較不同電壓植物的生長，主要針對豆科植物的生長成效，所以我們試著進行實驗來探討這個研究。

(二) 在「微微一釀一百電生」中提到小學生能做的電池種類，鋅銅電池的電性表現（電壓和電流）不錯，但會產生腐蝕情形以及應用性的問題。利用**太陽能重複電解**廢電池的碳棒就能持續提供電力。金屬燃料電池的反應極（活性碳）可重複使用。而電極距離 6cm 提供適當的電力，發現太陽能燃料電池通電模組能提供一定的電力，而且因燃料電池**白天電解**後，**夜晚仍能持續產生電力**。而且根據觀察太陽能電池晶片不斷改良，就算是白天無陽光的情況下，仍能將光轉換提供**部分電力**。

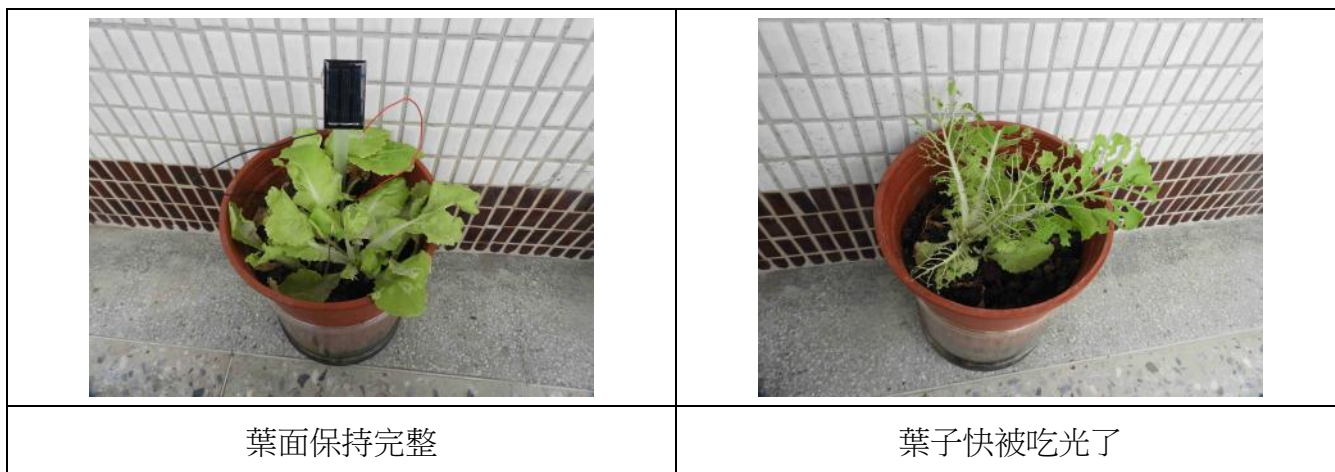
(三) 皺葉小白菜植株生長快速，葉柄脆嫩，全株無毛，葉緣呈波浪狀，有皺褶，播種後約 20 天即可採收，適合做生菜沙拉，亦可延至 35 天成株時採收，適合炒食、煮湯。栽培：將種子均勻撒播於濕潤的培養土上，放置陰涼處，並保持土壤濕潤，約 3~5 天發芽，種子發芽後可移至有日照處繼續培育，約 20 天即可採收，對環境適應性強。

我們也發現**電極距離 6cm**，**電壓 1.5v** 的太陽能模組發芽效率最好。

(四) 太陽能燃料電池模組能使鹿角萵苣的葉片生長加速。而皺葉小白菜的葉片生長長度雖然沒明顯，但是我們觀察到小白菜葉片面積卻是大大不同。



(五) 小白菜易種好吃，但菜蛾是危害白菜正常生長的主要蟲害之一，菜蛾的幼蟲會啃食白菜的葉片，造成白菜的葉片出現透明孔洞。（<https://kknews.cc/agriculture/bz2l6aj.html>）所以蟲害一直是農夫最大的困擾。我們驚喜的發現，經過太陽能燃料電池的電力提供，好像幫皺葉小白菜罩上隱形的金鐘罩，免去蟲害之苦，而且還沒有農藥的污染呢！



(六) 所謂的**糖度**（Degrees Brix，符號°Bx）是測量糖度的單位，代表在 20°C 情況下，每 100 克水溶液中溶解的**蔗糖**克數。我們挑了**番茄和草莓**的季節性作物來做糖度實驗，種植了將近 2 個月，採收成熟果實，發現確實能提高果實糖度，但是自己種的對照組則明顯糖度較低。



(七) 直接將電線導入番茄的植株上，直接提供電力，雖然也能刺激生長，但是我們觀察到經過 2 星期後，直接導電的植株葉片開始枯黃，不知道是否和導電有相關聯，所以既然都會刺激生長，還是建議使用太陽能燃料電池電解土壤的方式為宜。



二、未來研究建議

- (一) 未來可以設計不同電池種類與不同電力來源的實驗比較，找出更環保的電力方式。
- (二) 土壤的酸鹼度變化在這次實驗中沒有列入探究的範圍，未來可以列入實驗討論。
- (三) 傳統施肥與太陽能燃料電池模組，哪種提供植物更好的生長？太陽能燃料電池模組是否能取代傳統施肥，都是可以列入未來探究的方向。
- (四) 這次研究時間以冬季為主，未來可針對四季不同變化，討論對於當季食材的影響，讓研究更完善。

三、小組研究心得

A同學：在這學期的獨立研究中，最新奇的是知道植物也能通電，而且太陽能板還可以這樣使用。另外也體會到當農夫是非常辛苦的。我們在種植的過程中，發現植物生長需要很長時間，而且每天都要確實幫植物澆水，注意有沒有蟲，並記錄它的生長狀況，所以我要珍惜我吃的東西。

B同學：從這次的獨立研究中，我體驗了種植物的辛苦，因為要等待幾個月才能看到植物長大；而且還要天天勤勞的澆水，以及密切關注每株植物的生長狀況。因此，我們不應該因為挑剔而浪費食物，也不要因為食物的外觀而嫌棄它。因為，這些食物都是農夫辛辛苦苦種植的結果。

C同學：從這些研究中，首先很驚訝**廢電池可以這樣再利用**。而且學會了如何種植蔬菜。

而且我也覺得農夫十分辛苦，因為我們所種的植物會有沒發芽的風險，而且發芽後，也要等很久才會長大。不僅如此，我們還需要防治病蟲害，讓種出來的食物，不僅賣相好，吃起來還很甜美。

D同學：從這次的實驗中，我發現栽種植物並不是一件容易的事，我們需要天天用心的照顧它們；天天澆水並仔細關注植物們的生長情形。有時天氣狀況不佳時，還會擔心植物們受凍；有時天氣太炎熱時，還得常常澆水，卻又擔心不小心澆太多水。所以我們要好好珍惜得來不意的食物。

E同學：經過了這次的研究，我受益良多，不僅學到許多科學知識，還學到了一些做人的道理，更體會到當農夫的辛苦。每位農夫都是經過長達數個月的時間等待才獲得成果的，而且在等待的時間當中，還要避免作物被害蟲吃掉、天然災害等風險。每一顆水果，每一顆蔬菜，都是有人在背後努力，你才能吃到，所以我們要珍惜現在的生活，不浪費、不嫌棄，才是真正一舉兩得的方法！

F同學：在這次實驗當中，我了解到農夫的辛苦。在夏天要每天澆水，還要防治蟲害；冬天又怕植物會凍壞，不僅如此，我也學到了可以利用太陽能板通電使植物生長得更好、更茂盛。除此之外，也讓我對農民的生活更了解，也更加好奇農家生活，最後，我也學到要和同學分工合作才能達到最大的效率。

參考文獻與資料

1. 植物與電的不解之緣。 <https://epaper.cqrb.cn/html/kjb/2020-04/07/10/cqkjb2020040710.pdf>
2. 植物電療法-不同電壓下植物的生長情況。
https://www.mxeduc.org.tw/scienceaward/history/projectDoc/9th/doc/SA9-184_final.pdf
3. 微微一釀一百電生。107 學年度新北市中小學科學展覽作品。
4. 作品名稱:「光」是這樣還不「豆」—探討光對綠豆生長的影響。嘉義市第 36 屆中小學科學展覽會作品說明書。
5. 藥你長得好 – 探討肉桂對植物生長的影響。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書。