中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組　生物(生命科學)科

040708

不同光源對種子萌發與幼苗生長之影響

彰化縣立二林高級中學

作者姓名：
高二 謝姍蓉 高二 洪儀靜 高二 洪素美

指導老師：
胡智棚 施琮耀

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科　　別：生物科

組　　別：高中組

作品名稱：不同光源對種子萌發與幼苗生長之影響

關 鍵 詞： 光合作用 、 葡萄糖 、 蛋白質

編　　號：

摘要

我們所食用的豆芽菜都是在暗室下成長的，爲什麼不食用光照下的豆芽菜呢？是否因爲在無光照環境下，豆芽菜所含營養成分比較高呢？本實驗是爲了探討不同波長光源對種子萌發與幼苗生長之影響。經過我們的研究發現，光源對於種子的萌發不具影響性。在綠豆幼苗的生長過程中，給予不同波長光源的刺激，莖的生長長度在無光時是最高，而在紅光與藍光下生長最矮。另外，在幼苗生長的前三天，綠豆幼苗內葡萄糖含量隨幼苗生長時間增長而增多，蛋白質含量則隨著時間的增長，含量逐漸減少。

壹、研究動機

以前常有個疑問，爲什麼我們所食用的豆芽菜都是在暗室中發芽成長呢？記得老師在生命科學上冊第三章第三節提過：「植物必須在光照下才能行光合作用並合成醣類」，但是在暗室中，沒有光源的供應，綠豆依然能發芽生長成白色的豆芽菜？光源對種子的萌發與幼苗的生長會有什麼影響呢？如果給予植物不同波長光源照射，植物內所含的養分又會有什麼差別呢？爲了揭開豆芽菜的秘密花園，我們設計了一系列的實驗來探討綠豆萌發與生長的過程中主要營養成分（葡萄糖、蛋白質）的變化，並且不斷地修正我們的實驗設計。現在就請您與我們一同探索豆芽菜的秘密。

貳、研究目的

一、 探討種子萌發及幼苗生長之因素。

二、 探討不同波長光源對幼苗生長之影響。

參、研究設備及器材

一、學校現有硬體設備

(一) 離心機一台。

(二) 優勝美蒸餾造水機一台。

(三) 恆溫生長箱一台

(四) 水草燈一台---全光譜（400 ~ 700 nm）。

(五) 其他器材

1. 研缽	2. 滴管	3. 試管
4. 量筒	5. 試管架	6. 鑷子

二、自製及回收設備

(一) 綠豆培養罐

1.養樂多罐	2.玉米罐（數個）	3.茶葉罐（5 個）	4.紙箱（數個）
5.黑布	6.紗網、塑膠網	7.鋁箔包	8.鋁箔紙

(二) 照明設備

1、LED 杯燈

白	紅	綠	藍
400~700 nm	610~720 nm	520~610 nm	400~520 nm

2、電線數條、延長線一組。

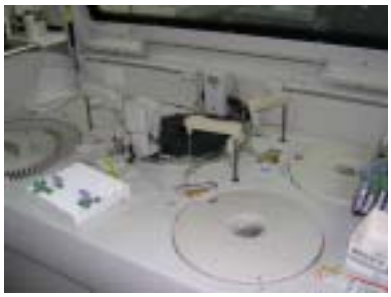
3、插座數個。

4、焊接工具（銲槍與錫條）。

5、黑布與黑色膠帶。

三、其他精密設備（與彰化基督教醫院二林分院合作）

(一) HITACH7180 全自動生化分析儀。



HITACH7180 全自動生化分析儀

(二) 分析使用試劑：

WAKO GLU L-2/PM 檢測葡萄糖	WAKO 和光純藥 Autokit Micro TP 檢測蛋白質
1. R1 酵素液成份：在 0.1M Good 緩衝溶液（pH6.5）中，包含 （1）G-6-PDH ---------- 4 IU/ML （2）NAD ---------- 0.8 mM （3）Hexokinase ---------- 0.9 IU/mL 2. R2 ATP 溶液成份：在 0.25M Tris 緩衝溶液（pH10.5）中，包含 （1）ATP ---------- 5.5 mmol/L 3. 葡萄糖標準溶液--濃度 300mg/dL	1. R1：反應呈色劑 (存在深色瓶中保存於 2~25℃) （1）Glycine 緩衝溶液 pH2.2 ---- 0.1 M （2）Pyrogallol red---------- 0.067 mM （3）Ammonium molybdate（界面活性劑） ---------- 0.026 mM 2. 濃度 100mg/dl 蛋白標準溶液，內含人類血清白蛋白。

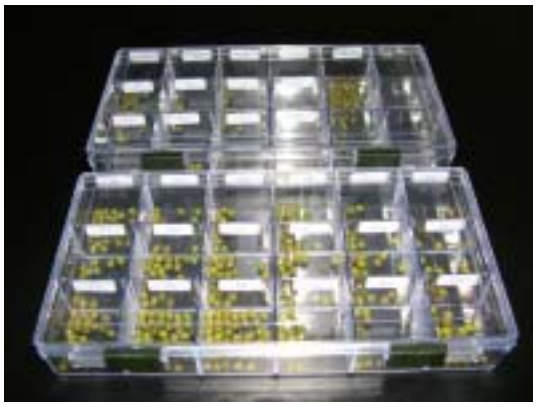
(三) 微量天秤（靈敏度達到 ±1mg）、離心機。

微量天秤

離心機

肆、研究過程或方法

一、探討種子萌發及幼苗生長之因素



(一) 種子的萌發

1. 內在因素------**種子本身的重量差異**

利用微量天平秤得三組不同重量的綠豆，每組 7 顆，分別放入等水量的自製培養皿中，觀察綠豆發芽的情形。

(a)控制變因：將三組不同重量的綠豆放入**水量**皆爲 7ml 的自製培養皿中浸泡，控制在**室溫**（20±2℃）的**暗室**下，觀察綠豆發芽情形。

(b)操縱變因：秤得 A、B、C 組，重量標示如下表格

	A	B	C
重量	51±1mg	60±1mg	72± 1mg

2. 外在因素：

(1) 水量：

利用微量天平秤得 3 組同重量的綠豆，每組 7 顆，分別放入不同水量的自製培養皿中，觀察綠豆發芽的情形。

(a) 控制變因：將三組**同重量**（67±1mg）的綠豆放入不同水量的自製培養皿中，在**室溫**（20±2℃）的**暗室**下，觀察綠豆發芽情形。

(b) 操縱變因：利用水量的不同分成 A、B、C 三組，水量標示如下表格。

	A	B	C
水量	30±1mL	5±1mL	0±1mL

(2) 溫度：

利用微量天平秤得5組相同重量的綠豆，每組 7 顆，分別放入自製培養皿中，再利用恆溫生長箱控制在不同溫度下培養，觀察綠豆萌發的情形。

(a) 控制變因：將相同**重量**（57±1mg）的綠豆分別放入五組相同的自製培養皿中，**水量**皆爲 7ml 的自製培養皿中浸泡，並於**暗室**下觀察綠豆發芽情形。

(b) 操作變因：利用恆溫生長箱控制五組不同溫度環境下培養，溫度標示如下。

	A	B	C	D	E
溫度	0±1℃	4±1℃	15±1℃	20±1℃	30±1℃

(3) 有無光源：

利用微量天平秤得兩組相同重量的綠豆，每組 7 顆，分別放入兩組**水量**皆爲 7ml 的自製培養品中，觀察綠豆發芽的情形。

(a) 控制變因：將兩組相**同重量**（50±1mg）的綠豆放入**水量**皆爲 7ml 的自製培養品中，並於**室溫**（20±2℃）下培養。

(b) 操作變因：利用光源的有無分成兩組，光源標示如下表格。

	光源	數量(顆)
A	LED 白燈	7
B	暗室	7

(二) 幼苗的生長

1. 同水量、不同噴灑方式的比較：

利用微量天平秤得兩組相同重量綠豆，每組 7 顆，A 組直接完全浸泡在 35ml 水中培養；B 組利用灑水裝置，每天固定噴灑約 7ml 的水，觀察幼苗生長的情形。

(a) 控制變因：**同重量**（61 ± 1mg）的綠豆放入相同的自製培養皿中，置於**暗室**、**室溫**（20 ± 2℃）下培養。

(b) 操作變因：A 組直接浸泡在 35ml 的水中，B 組使用噴灑方式定期給予 7ml 的水，比較綠豆在有無完全浸泡於水中發芽的情形。

A 組、[完全浸泡於水中]

B 組、[噴灑方式]

不同波長光源對幼苗生長之影響：

（1）利用微量天平秤得五組相同重量的綠豆，每組 15 顆，分別放入五個自製培養皿中，每組給予不同波長光源照射，觀察幼苗外型生長的情形。

(a) 控制變因：將相同**重量**（57 ± 1mg）的綠豆置於**室溫**（20 ± 2℃）下培養、每日定時噴灑 6 次，每次約 2.5 ml 的水。

(b) 操縱變因：利用不同波長光源分成 A、B、C、D、E 五組，標示如下表格。

	光源	數量(顆)
A	紅光（610~720 nm）	15
B	綠光（520~610 nm）	15
C	藍光（400~520 nm）	15
D	白光（400~700 nm）	15
E	暗室（無光）	15

（2）上述實驗的種子萌發後，每天每組取出 3 株幼苗拿去研磨、搗碎並加水萃取（每一株分別進行，所以每組都會有 3 個數據），利用離心機（3000rpm，離心 10 分鐘）取得上清液，再利用生化檢測儀器測定內含物質（葡萄糖和蛋白質），比較差異性，實驗持續進行至第 4 天。

不同波長光源下培養

綠豆幼芽

研磨、搗碎並加水萃取

離心

上清液

生化檢測

(a) 葡萄糖檢測方法原理

- 檢驗原理：利用已糖激酶法（Hexokinase method）測定檢測溶液中單醣的含量。

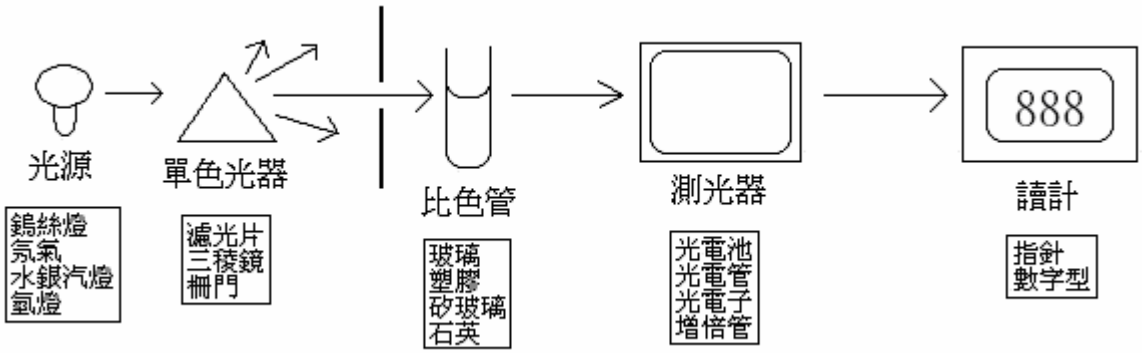
  $$\text{Glucose} + \text{ATP} \xrightarrow[G-6-PD]{HK} \text{G-6-P} + \text{ADP}$$

  $$\text{G-6-P} + NAD^{+} \rightarrow \text{6-phosphoglucoin} + NADH + H^{+}$$

- 線性範圍：Glucose1000 mg/dl。
- 分析靈敏度：1 mg/dl。

(b) 蛋白質檢測方法原理--Pyrogallol red method

- 檢驗原理：Pyrogallol red method 利用色素結合方法，本法由大阪醫藥學院分析化學部 Itsuo Mori 教授所設計。Pyrogallol red（以下簡稱 PR）臨茶三酚紅結合 Molybdenum acid 鉬酸，產生紅色色澤，在波長 470nm 有吸光波峰。當在酸性環境下與微量 Protein 結合，則此吸收波峰轉移到 604nm 而呈現藍紫色，而微量蛋白的濃度可利用自動儀器於波長 600nm 之吸光度換算求得。
- 線性範圍：5-500 ug/mL。



伍、研究結果

一、探討種子萌發及幼苗生長之因素

(一) 種子的萌發

1. 內在因素------**種子本身的重量差異**，結果如表一。

表一、不同重量綠豆的萌發情形

	重量	數量（顆）	24 小時後發芽數（顆）
A	51 ± 1mg	7	7
B	60 ± 1mg	7	7
C	72 ± 1mg	7	7

(a) 控制變因：將三組不同重量的綠豆放入**水量**皆爲 7ml 的自製培養皿中，控制在**室溫**（20 ± 2℃）的**暗室**下，觀察綠豆發芽情形。

(b) 操作變因：不同的綠豆重量。

(c) **結果**：經過 24 小時浸泡破種皮後，三組共 21 顆綠豆全部發芽。但是，綠豆內含物質是否會因爲「重量不同」而有差異呢？我們把綠豆直接磨碎並加水，利用生化儀器檢測內含物質，結果如表一 a。

表一 a、不同重量綠豆內含物質的差異

	重量	GLU（mg/dl）	UTP（ug/ml）
A	51 ± 1mg	0 /顆	175 ± 5 /顆
B	60 ± 1mg	0 /顆	209 ± 5 /顆
C	72 ± 1mg	0 /顆	232 ± 5 /顆

＊ 結果分析：

(a) 種子內的蛋白質和重量成正比。

(b) 測不到種子內的葡萄糖。

2. 外在因素

(1) 水量：

表二、水量不同對綠豆發芽的影響

	水量	數量（顆）	24 小時後發芽數（顆）
A	35±1ml	7	7
B	7±1ml	7	7
C	0ml	7	0

(a) 控制變因：將三組**同重量**（67±1mg）的綠豆放入不同水量的自製培養皿中浸泡，在**室溫**（20±2℃）的**暗室**下，觀察綠豆發芽情形。

(b) 操縱變因：利用水量的不同分成 A、B、C 三組。

(c) **結果**：除了 C 組（沒有泡水）的種子沒有發芽外，A、B 兩組皆能在 24 小時內發芽，證明了只要給予足夠水量，綠豆皆能破種皮而發芽。

但是，水量過多形成的「**壓力**」，會不會影響綠豆發芽的速度呢？我們重複「水量」的實驗，增加觀察次數，結果如表二 a。

表二 a、**水壓**對綠豆發芽的影響

浸泡時間	6 小時	12 小時	18 小時	24 小時
A	開始發芽	發芽約 4 mm	發芽約 6 mm	發芽約 8 mm
B	未發芽	發芽約 1 mm	發芽約 3 mm	發芽約 5 mm

A：水量 7 ml（水面高度未淹過綠豆）。

B：水量 35ml（水面高度已淹過綠豆達數公分）。

＊ **結果分析**：比較 A、B 兩組的發芽情形，我們發現水量過多形成的「壓力」，造成 B 組發芽速度較 A 組慢，所以水量給予不可淹過綠豆，以防水壓影響其發芽。

(2) 溫度：

表三、溫度對綠豆發芽的影響

	溫度	數量（顆）	重量	發芽數(顆）	發芽時間
A	0℃	7	57±1mg	0	不發芽
B	4℃	7	57±1mg	0	不發芽
C	15℃	7	57±1mg	7	16 時 30 分
D	20℃	7	57±1mg	7	13 時 30 分
E	30℃	7	57±1mg	7	9 小時

(a) 控制變因：將相同**重量**（57±1mg）的綠豆分別放入五組相同的自製培養皿中，分別給予**等量**的水浸泡，並於**暗室**下觀察綠豆發芽情形。

(b) 操作變因：利用恆溫生長箱控制五組不同溫度環境下培養。

(c) **結果**：由表三結果得知，C、D、E 三組皆於 24 小時內發芽，A、B 組則不發芽。所以綠豆只要溫度在 15~30℃之內，皆能破種皮而發芽。

(3) 有無光源：

表四、光源對綠豆發芽的影響

	光源	數量(顆)	24 小時後發芽數(顆)
A	有(LED 燈)	7	7
B	無	7	7

(a) 控制變因：將兩組相**同重量**（50±1mg）的綠豆放入相同的自製培養皿中，分別給予 **7ml** 的水浸泡，並於**室溫**（20±2℃）下培養。

(b) 操作變因：利用光源的有無分成 A、B 二組。

(c) **結果**：因爲 A、B 二組種子全部皆發芽，我們推測光源照射並不影響種子的發芽。

(二) 幼苗的生長

1. 同水量、不同噴灑方式的比較：

表五、同水量、不同噴灑方式的比較

	數量（顆）	幼苗的生長情形			
		2 天後	**5 天後**	10 天後	15 天後
A	7	1±0.1cm	**2.3±0.1cm**	3.5±0.1cm	4±0.1cm
B	7	3.5±0.1cm	**11.3±0.1cm**	19±0.1cm	30.5±0.1cm

(a) 控制變因：**同重量**（61±1mg）的綠豆放入相同的自製培養皿中，置於**暗室**、**室溫**（20±2℃）下培養。

(b) 操作變因：A 組直接浸泡在 35ml 的水中，B 組使用噴灑方式定期給予 7ml 的水，比較綠豆在有無完全浸泡於水中，幼苗的生長情形。

(c) **結果**：A 組最後潰爛於水中，B 組則持續生長增高。我們推測綠豆在長出幼苗後，水量不可淹過幼苗，否則會阻礙它的蒸散作用，再則水量過多會使根部腐爛而失去吸水功能，所以，我們選擇使用「噴灑方式」取代「直接將水加入浸泡」的方法。

第 10 天幼苗的生長情形，左邊是 B 組、右邊是 A 組

2. **不同波長光源對幼苗生長之影響：**

（1）幼芽外在（形）比較

表六、不同波長光源下幼苗外形的差異

不同波長光源	莖的長度（公分）			
	第一天	第二天	第三天	第四天
紅光(610~720nm)	1±0.1	2±0.1	3±0.1	4±0.1
綠光(520~610nm)	1 .5±0.1	3.5±0.1	4.5±0.1	5±0.1
藍光(400~520nm)	1±0.1	2±0.1	3±0.1	4±0.1
白光(400~700nm)	1±0.1	3±0.1	4.5±0.1	4.5±0.1
暗室（無光）	2±0.1	4±0.1	5±0.1	5.5±0.1

(a) 控制變因：將相同**重量**（57±1mg）的綠豆置於**室溫**（20±2℃）下培養、每日定時噴灑 6 次，每次約 2.5 ml 的水。

(b) 操作變因：利用不同波長光源分成紅光、綠光、藍光、白光。

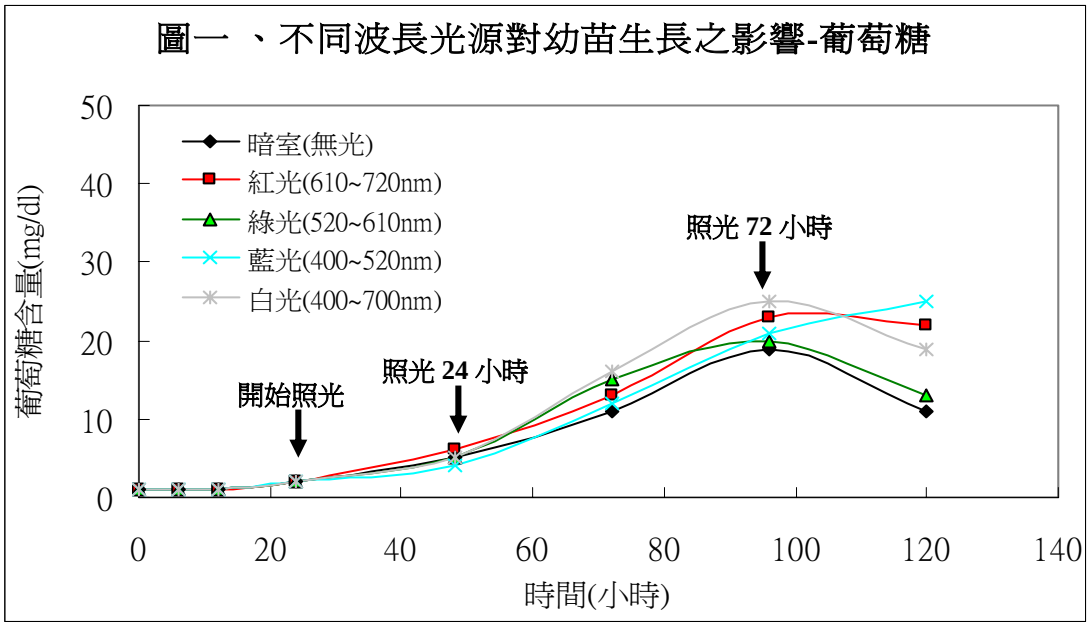
(c) 結果：由表六結果得知

- 無光組的生長最高，我們推測是因爲白化現象造成莖部生長速度加快。而光照下植物合成葉綠素，莖部維持正常生長速度。
- 綠光組的生長次高，我們推測是因爲植物對綠色波長的光源吸收率不高，所以仍是趨近於白化現象。
- 紅光和藍光組的生長最差，我們推測是因爲幼芽生成葉綠素，進行光合作用，減緩莖的生長情形。
- 白光組的生長次低，我們推測是因爲給予相同電壓，產生的白光包括了可見全光譜，分散了每一種光源的能量，所以莖的生長長度比無光組和綠光組短，但是比紅光組和藍光組長。

（2）幼芽葡萄糖含量之比較

表七 a、不同波長光源對幼芽生長之影響-葡萄糖

不同波長光源	單位時間（小時）之葡萄糖含量（mg/dl）							
	0	*6*	*12*	*24*	*48*	*72*	*96*	*120*
紅光 (610~720nm)	1	1	1	1	5	11	19	11
綠光 (520~610nm)	1	1	1	1	6	13	23	22
藍光 (400~520nm)	1	1	1	1	5	15	20	13
白光 (400~700nm)	1	1	1	1	4	12	21	25
暗室 (無光)	1	1	1	1	5	16	25	19



＊結果分析：在不同波長光源照射下，比較葡萄糖含量的結果如圖一。

(a) 時間 0~24 小時：此時屬於種子萌發時期， A 到 E 組的葡萄糖含量幾乎都測不到。

(b) 時間 24~72 小時：此時進入幼芽生長時期，我們給予不同波長光源照射，發現 A 到 E 組皆隨著幼芽生長時間增加而葡萄糖含量增多，而且五組差異不大。

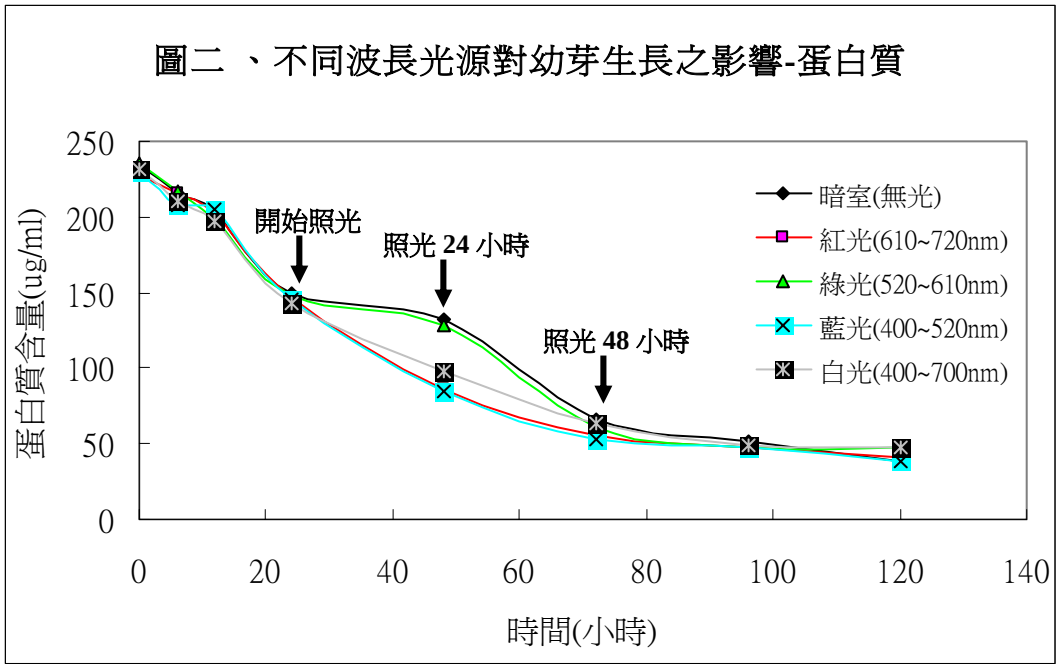
(c) 時間 72 小時以後：無光組、綠光組、白光組與紅光組的葡萄糖含量開始下降，不過由圖一數據顯示，我們無法確定紅光組是否真的開始下降。

藍光組的葡萄糖含量持續上升，但是趨於平緩。

（3）幼芽蛋白質含量之比較

表七 b、不同波長光源對幼芽生長之影響-蛋白質

不同波長光源	單位時間（小時）之蛋白質含量（ug/ml）							
	0	*6*	*12*	*24*	*48*	*72*	*96*	*120*
紅光 (610~720nm)	234	216	204	150	132	66	51	38
綠光 (520~610nm)	228	215	203	147	86	55	48	41
藍光 (400~520nm)	235	217	199	148	128	61	48	47
白光 (400~700nm)	230	208	205	145	84	53	48	38
暗室 (無光)	231	210	197	143	98	63	49	47



＊結果分析：在不同波長光源照射下，比較蛋白質含量的結果如圖二。

(a) 時間 0~24 小時：此時屬於種子萌發時期， A 到 E 組的蛋白質含量急遽下降，但是五組差異不大。

(b) 時間 24~72 小時：此時進入幼芽生長時期，我們給予不同波長光源照射，發現 A 到 E 組的蛋白質含量在照光 48 小時內有明顯差異，下降速度：紅光≒藍光＞白光＞綠光＞暗室。

(c) 時間 72 小時以後：A 到 E 組的蛋白質含量在照光 48 小時後，幾乎都下降至一定量，並趨於平緩。

陸、討論

我們的研究主題是「不同波長光源對種子萌發與幼苗生長之影響」，因爲平時吃的豆芽菜是在暗室下培養，而生命科學課本中有提到醣類可經由光合作用合成，爲什麼我們不在光照下栽植豆芽菜，讓它的營養成分更充足呢？我們進一步地也想了解不同波長光源對植物生長之影響。

植物生長分成種子萌發及幼苗生長兩個階段，首先，我們要找到**最適化培養條件**，也就是控制不變的變因，包括內在因素（種子本身重量差異）和外在因素(水量、溫度、光源以及噴灑方式)。

一、**種子本身重量差異**：

雖然種子內含物質會因爲重量不同而有差異（詳見表一 a），但是由表一的數據顯示，綠豆重量由 51mg 至 72mg 之間，平均每一顆給予 1mL 的水浸泡，經過 24 小時浸泡皆會使種皮破裂並開始發芽，所以我們推論只要給予足夠的水量，51mg 至 72mg 之間的綠豆皆能順利破種皮發芽。另外，表一 a 的數據中，我們測不到葡萄糖的含量，我們推測綠豆的醣類大多是以澱粉型式存在於子葉中，只有少量的葡萄糖存在於胚中。

二、**水量**：

由表二的數據顯示，除了 C 組（沒有泡水）的種子沒有發芽外，A 和 B 組兩者皆能在 24 小時內發芽，證明了只要給予足夠水量，綠豆皆能破種皮而發芽。但是，我們結合表二 a 的數據發現，水量過多形成的「**壓力**」可能會阻礙胚的發芽，所以水量給予不可淹過綠豆，以防水壓影響其發芽。

三、**溫度**：

由表三的數據顯示，將綠豆置於低溫下（4℃以下）泡水 24 小時後仍不發芽，而置於 15℃至 30℃之間，泡水 24 小時後的綠豆皆能正常發芽，所以我們推論，只要在室溫環境下（15℃至 30℃之間），綠豆皆能正常發芽；而溫度太低不能發芽，可能與種子發芽時，酵素進行反應的最佳溫度有關。

找到最適化培養條件後，我們開始進行不同波長光源對植物生長之影響。結果如下：

一、**在種子萌發部分**：由表四的數據顯示，種子在發芽期間，有無光源照射對種子萌芽沒有太大的影響。

二、**在幼苗生長部分**：分成兩大部分探討。

（一）**幼苗外形**的比較：植物的白化現象是因爲在生長期間，幼芽找不到光源合成葉綠素以進行光合作用（生成醣類），所以只好增加莖的生長速度，使植物體找到光源。因此，我們由表六的數據發現，莖的生長高度由高至低排列順序爲 「**暗室＞綠光＞白光＞紅光≒藍光**」

1. 無光組的幼苗生長最高，我們推測是因爲白化現象造成莖部生長速度加快。
2. 綠光組的幼苗生長次高，我們推測是因爲植物對綠色波長的光源吸收率不高，所以仍是趨於白化的現象。
3. 紅/藍光組的幼苗，因爲幼芽生成葉綠素，進行光合作用，所以莖維持正常的生長速度，高度最矮。
4. 白光組的幼苗生長居中，我們推測是因爲給予相同電壓，產生的白光包括了可見全光譜，分散了每一種光源的能量，所以莖的生長長度比無光組和綠光組短，但是比紅光組和藍光組長。

（二）**幼苗內營養成份**的比較：我們主要檢測兩大營養物質—葡萄糖和蛋白質。

1. 關於**葡萄糖**部分：由表七 a 與圖一的數據顯示

（1）開始照光 72 小時內：幼芽的葡萄糖含量會隨生長時間增加而遞增。而不同光源的照射下，葡萄糖的遞增速率沒有太大的差異。

（2）開始照光 72 小時後：無光組、綠光組、白光組與紅光組的葡萄糖含量開始下降，藍光組的葡萄糖含量持續上升並趨於平緩。我們推測光合作用增加了葡萄糖的合成，因此藍光組與紅光組的量比較趨於平緩，但是我們沒有 120 小時以後的資料，所以無法下結論。

（3）醣類是以澱粉型式存在於子葉中，當綠豆發芽和幼苗生長時，澱粉由澱粉酶轉換成葡萄糖，作爲能量來源，所以葡萄糖含量會隨時間增加越來越多。

2. 關於**蛋白質**部分：由表七 b 與圖二的數據顯示

（1）在種子萌發時期，A 到 E 組的蛋白質含量急遽下降，我們推測蛋白質是以未活化型式存在於綠豆中，當水滲入植物體內形成水溶液環境，蛋白質水解酵素活化以進行代謝並構成體質，因此在種子萌發階段，需要消耗的蛋白質較多，所以蛋白質含量急遽下降。

（2）進入幼芽生長時期，我們給予不同波長光源照射，發現 A 到 E 組的蛋白質含量在照光 48 小時內有明顯差異，下降速度：紅光≒藍光＞白光＞綠光＞暗室。我們推測在紅光與藍光的照射下，植物爲了合成葉綠素，分化出其他組織結構，因此必須消耗更多的蛋白質轉化成酵素、激素與構成體質，所以在紅光與藍光的照射下，綠豆內蛋白質下降速度最快。

（3）A 到 E 組的蛋白質含量在照光 48 小時後，幾乎都下降至一定量，並趨於平緩，我們推測可能是因爲幼芽的體質大致已經形成，在沒有氮源的提供下，綠豆體內的蛋白質消耗速度趨近相等，所以五組的差異不大，但是我們沒有 120 小時以後的資料，所以無法下結論。

柒、結論

在高中生命科學 3-3 光合作用中有提到，紅光與藍光是植物生長最主要的能量來源，所以我們預計在紅光與藍光的照射下，綠豆芽營養成分會最高，但從本次實驗的結果圖一與圖二顯示，綠豆在紅光與藍光中，不但葡萄糖含量沒有明顯增多，而且蛋白質的含量下降最快，莖的生長高度也最短。再由表一 a 與表七 a 與表七 b 比較，我們推論，綠豆本身含有醣類和蛋白質，而醣類是以澱粉型式存在，當綠豆發芽及幼苗生長時，澱粉轉換成葡萄糖以供能量使用，所以葡萄糖的含量隨幼苗生長時間增加而越來越多。

綠豆內的蛋白質是以未活化的型式存在，當水滲透進入植物體內形成水溶液環境時，蛋白質水解酵素活化以進行代謝並構成體質，所以蛋白質隨著時間的增長，含量會逐漸減少。但是，爲什麼紅/藍光組的蛋白質下降速率比無光組來的快？我們推測，因爲在紅/藍光照射下，植物爲了合成葉綠素，分化出其他組織結構，因此必須消耗更多的蛋白質轉化成酵素、激素與構成體質，所以蛋白質下降速率比無光組來的快。

另外，若幼苗繼續成長而不給予外來氮源的情形下，當綠豆將本身體內的蛋白質消耗完，就會枯萎而死。

這次的實驗只做到種子萌發與幼苗生長兩個階段，未來我們企圖以成熟植株來設計實驗。我們可以找一個「輪生植物」，在根部提供氮源吸收下，利用同一植株上輪生的葉片給予不同光源照射，比較差異性，我們推測結果應該會有所不同。

本次實驗的結果證明，目前我們所食用的豆芽菜還是在暗室下培養，獲得的營養成分比較高，所以在**經濟學**考量下，光源的照射對綠豆發芽至幼苗沒有太大的意義。但是，我們建議可以將這個實驗演變成**高中教材的實驗課**，藉此結果讓學生更清楚了解「**不同光源對種子萌發與幼苗生長之影響**」。

捌、參考資料及其他

1. 楊冠政，生命科學（上），龍騰文化出版社，74-129 頁（2003）。
2. 何敏夫，臨床化學原理與實驗，合記圖書出版社，42-47 頁（1994）。
3. Kazu Kiri, et al : Rinsyo Kensa no igi to Kaisyaku, **2**, 185-217（1968）。
4. Hengartner, H. and Zuber, H. : FEBS LETTERS, **37**, 212-216（1973）。
5. Kouki Motegi : Rinsyo kensa manual Kagakuhen IV siryouhen, **35**（1979）。
6. Yoshizaki, H. Osawa, S. and Furuya, S. : The Japanese Journal of Clinical Pathology, **32** suppl. 277（1984）。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

評　　語

高中組　生物(生命科學)科

040708

不同光源對種子萌發與幼苗生長之影響

彰化縣立二林高級中學

評語：

不同波長之光源對種子萌發及幼苗生長已有非常多之研究，所以本研究之學術意義不大，但本案改用二極發體光源算是不錯的構想。