

# 【2023 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

題目名稱：根之所向，終至所歸—根的不同向性大比拼

### 一、摘要

為了證實我們對 91 年第二次國中基本學力測驗的自然科試題第 22 題，關於向性題目的疑慮，而設計了紅豆和綠豆的根的向性的實驗。一開始因為在寒流氣候下實驗，導致種子不發芽，因此又設法先找出綠豆與紅豆最適合發芽的溫度是 25°C 和 35°C 後，才開始進行向性實驗。實驗結果發現，對照組在只有水分和地心引力因素下，根 100% 往下生長。實驗組部分，除了水分與地心引力，在增加由下往上照的光源後，綠豆和紅豆的「根」都有 80% 會向下生長，由此可知「根」的向地性加上向溼性會大於背光性，造成根會往下生長。實驗結果證實了我們的假設，並推翻了「根同時表現了向地性與背光性，因而沿水平方向生長。」這個正確答案。

### 二、探究題目與動機

我們在七年級生物課「生物的感應」單元中，學到了植物的向性。進行測驗時，看到一題與植物向性有關的題目，是「91 年第二次國中基本學力測驗的自然科試題」的第 22 題，如下圖所示。題目敘述為：「將紅豆放在玻璃管中，置於僅有唯一光源的暗室(如圖 01)。經過一段時間，根的生長方向如圖中所示，下列有關實驗結果的推論，哪一項最合理？」正確答案為：「根同時表現了向地性與背光性，因而沿水平方向生長。」經過討論，我們認為正確答案可能有疑慮。紅豆的根除了向地性與背光性，可能還包含了向溼性，所以理論上應該會往下長。為了驗證我們的想法，我們決定直接自製向性實驗的裝置(如圖 02)來驗證我們的假設。

我們一開始選定紅豆和綠豆兩種種子，預計使其發芽到 5mm 再開始做向性實驗，沒想到一直不發芽，我們猜想可能是寒流來溫度太低，所以不會發芽，於是決定先實驗不同溫度對紅豆和綠豆發芽的影響，確定可以孵出 5mm 的豆芽，再進行根部向性的實驗。

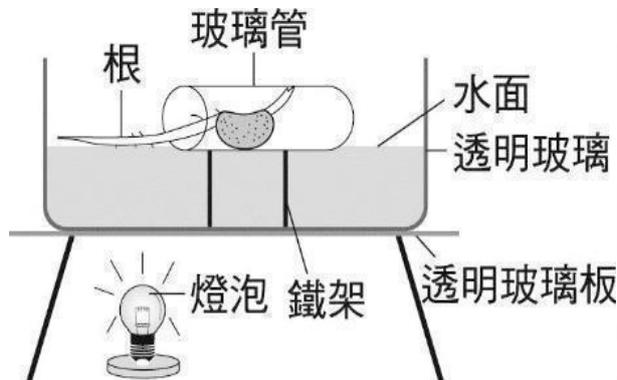


圖 01 向性題目圖示

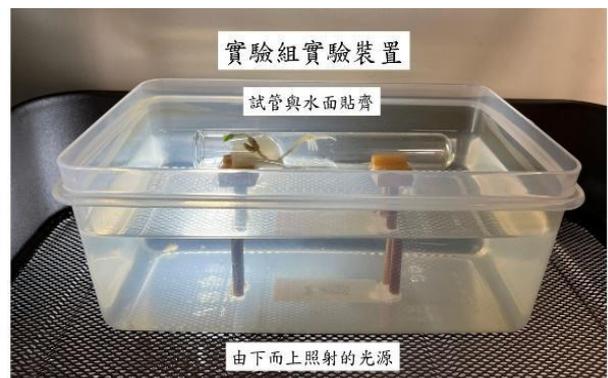


圖 02 實驗組實驗裝置

### 三、探究目的與假設

- (一)不同溫度是否對紅豆和綠豆的發芽率有影響?
- (二)「根」在同時具有水分及地心引力的因素是否對根的向性有影響?
- (三)「根」在同時具有光照、水分及地心引力的因素是否對根的向性有影響?

#### 四、探究方法與驗證步驟

##### (一)研究設備與材料

器材名稱	數量	器材名稱	數量	器材名稱	數量
紅豆	1包	小塑膠方盆	6個	定溫加溫器	2支
綠豆	1包	大透明方盆	8個	電子溫度計	2支
棉花	1盒	試管	10支	木塊與木條	2包
不透光鞋盒	1個	試管架	2個	3M黏著劑	1條
黑色卡紙	1片	燈泡	1個	三層置物架	1台

##### (二)研究架構

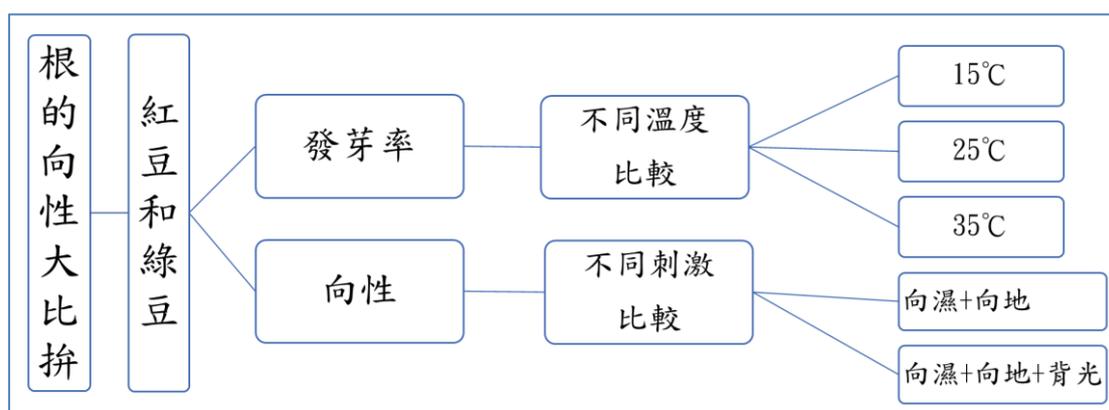


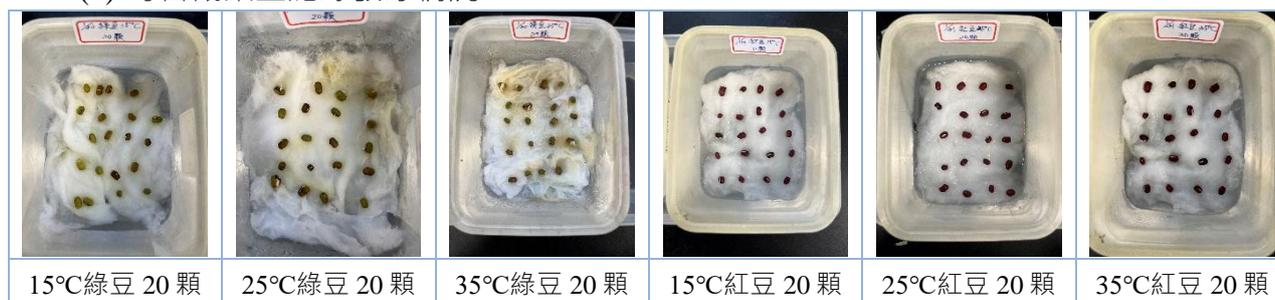
圖 03 研究價構圖

##### (三)研究方法與步驟

###### 實驗一、不同溫度對紅豆和綠豆發芽率的影響

###### 1. 實驗步驟：

- (1) 將脫脂棉沾水，鋪平放入盆中。
- (2) 分別取 20 顆紅豆和綠豆，整齊放入 3 個小塑膠方盆中。
- (3) 取 3 個大盆子裝水，利用定溫加溫器，維持 15°C、25°C、35°C，將小盆子放入裝有水與恆溫定溫器的方盆中。
- (4) 每日觀察並紀錄發芽情況。



15°C綠豆 20 顆

25°C綠豆 20 顆

35°C綠豆 20 顆

15°C紅豆 20 顆

25°C紅豆 20 顆

35°C紅豆 20 顆



15°C 恆溫發芽裝置(綠豆)



25°C 恆溫發芽裝置(綠豆)



35°C 恆溫發芽裝置(綠豆)

圖 04 不同溫度下的紅豆和綠豆發芽率實驗裝置示意圖

2. 實驗紀錄：

綠豆	1/30	1/31	2/01	2/02	2/03	紅豆	1/31	2/01	2/02	2/03	2/04
15°C	0%	0%	40%	65%	85%	15°C	0%	0%	0%	20%	30%
25°C	0%	20%	50%	75%	90%	25°C	0%	0%	0%	20%	30%
35°C	0%	25%	45%	70%	90%	35°C	0%	0%	15%	30%	35%

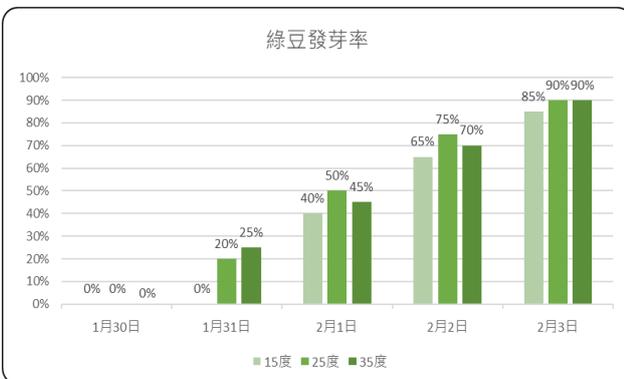


圖 05 綠豆發芽率長條圖

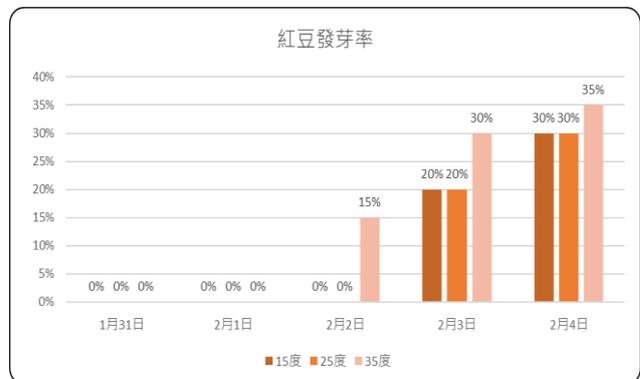


圖 06 紅豆發芽率長條圖

3. 實驗結果：

- (1)綠豆無論在 25°C 或 35°C 都是第二天就發芽，但 15°C 在第三天才發芽。
- (2)紅豆在 35°C 時，第三天發芽；15°C 和 25°C 在第四天才發芽。發芽速度較綠豆慢。
- (3)實驗 5 天後，綠豆在攝氏 25°C 的環境中發芽率最快最高，達 90%。
- (4)實驗 5 天後，紅豆在攝氏 35°C 的環境中發芽率最快最高，達 35%。
- (5)透過這項實驗，我們發現綠豆的發芽率大於紅豆，且發芽時間更短。

實驗二、不同刺激對綠豆及紅豆根的向性的影響

1. 實驗步驟

- (1)製作向性實驗裝置 2 個(如圖 07)，一做為對照組用，一做為實驗組用。
- (2)把沾水的脫脂棉放入試管中，再將已發芽 5mm 的豆子放在脫脂棉上。
- (3)把試管放入實驗裝置，再放置於置物推車上(如圖 10)。
- (4)將對照組以鞋盒蓋住整個塑膠盒，再將黑色卡紙放在底層以完全隔絕光線。
- (5)將實驗組以鞋盒蓋住整個塑膠盒，只留由下往上照的光源(如圖 09)。
- (6)每天觀察並紀錄「根」的生長方向。



圖 07 向性實驗裝置



圖 09 由下往上照的燈源

**實驗設備**



圖 10 實驗組與對照組的裝置

2. 實驗記錄：

(1) 對照組: 不照光

綠豆 編號	觀察天數與生長方向					紅豆 編號	觀察天數與生長方向					
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5		Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	
01	→	↓	↓	↓	↓	01	→	→	←	↓	↓	
02	→	↓	↓	↓	↓	02	→	→	→	↓	↓	
03	←	↓	↓	↓	↓	03	←	←	↓	↓	↓	
04	←	↓	↓	↓	↓	04	←	←	↓	↓	↓	
05	←	↓	↓	↓	↓	05	←	←	↓	↓	↓	
編號	1/09 (Day3)			1/10 (Day4)			1/11 (Day5)					
綠豆 對 01												

(2) 實驗組: 光源由下往上照光

綠豆 編號	觀察天數與生長方向					紅豆 編號	觀察天數與生長方向					
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5		Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	
01	→	→	↓	↓	↓	01	→	→	↓	↓	↓	
02	→	→	↑	↑	↑	02	→	→	→	→	→	
03	←	←	→	→	↓	03	←	←	↓	↓	↓	
04	←	←	→	↓	↓	04	←	←	↓	↓	↓	
05	←	←	→	↓	↓	05	←	←	↓	↓	↓	
編號	1/09 (Day3)			1/10 (Day4)			1/11 (Day5)					
綠豆 實 01												

3. 實驗結果：

由對照組可得知：

- (1) 實驗 5 天，綠豆的根從第 2 天開始就 100% 往下長。
- (2) 實驗 5 天，紅豆的根從第 3 天開始有 60% 往下長，第 4 天開始 100% 往下長。

由此可見，綠豆和紅豆的「根」都受到「水分」及「地心引力」的影響，同時呈現向溼性與向地性，而「向下生長」。

由實驗組可得知：

(3) 綠豆的「根」在第 5 天有 80% 會向下生長，只有 20% 向上生長。

(4) 紅豆的「根」在第 5 天有也有 80% 會向下生長，有 20% 平行生長。

綜合對照組和實驗組的結果，可知，綠豆和紅豆的「根」的向地性+向溼性>背光性，造成根會往下生長。

## 五、結論與生活應用

### (一) 結論

透過控制生長條件，對紅豆、綠豆的發芽率及向性進行觀察及探討，得到：

1. 不同溫度會影響紅豆和綠豆的發芽率，綠豆在 25°C 時發芽率最快最高。紅豆在 35°C 時發芽率最快最高。
2. 「根」會受到水及地心引力的影響，表現出向地性及向溼性，因而向下生長。
3. 「根」在同時具有由下往上照射的光線、水分及地心引力時，表現出的向溼性及向地性>背光性的情形，證實了我們的想法：紅豆和綠豆的根除了向地性與背光性，還包含向溼性時，因此根會往下生長，必非平行生長。

### (二) 應用

1. 不同豆類的最適發芽溫度不同，可應用於農業發展上，讓產能增加。
2. 實驗時發現因為向性的作用會導致都豆芽的根會轉彎轉向，而市場經常看見販售綠豆芽與黃豆芽，我們認為實驗也可以應用在培養豆芽菜時，如何利用向性的原理讓豆芽長得又直挺又肥美，以增加賣相。

## 參考資料

91 年第二次國中基本學力測驗的自然科試題第 22 題。取自：  
<https://twoliunature.pixnet.net/blog/post/9378272-91%E5%B9%B4%E7%AC%AC2%E6%AC%A1%E5%9C%8B%E4%B8%AD%E5%9F%BA%E6%B8%AC%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E8%A9%A6%E9%A1%8C>  
康軒文教(主編)(2021)。國民中學自然科學第一冊(1上)。147-151。新北市：康軒文教事業。