

動滋動滋~豆陣聽音樂

壹、研究動機

寒假期間我們到牧場參觀，牧場人員說明，乳牛的泌乳量會隨著乳牛廳的音樂而改變，實驗結果：乳牛聽古典樂時的泌乳量最高，而乳牛聽吵嘈或悲傷音樂的泌乳量低於聽古典樂。學習到了關於自然界生態與環境污染時，經由老師的指導與我們蒐集相關資料，結果發現空氣污染對於生物的生長與生存有極大的影響。我們也查到有研究證明植物喜歡聽古典樂，甚至也查到有人研究過紅豆喜歡悲傷的音樂。也有資料指出這些都是偽科學！於是我們不禁產生好奇，到底聲音（或噪音）會不會影響植物的生長呢？於是在老師的鼓勵與指導之下，我們就著手開始親自進行研究，選擇了綠豆為觀察對象，記錄聲音對於植物生長的影響，以及研究聲音種類與音量對於植物生長的關係。

貳、研究目的

- 一、觀察聲音對於綠豆生長的影響
- 二、研究聲音種類對於綠豆生長的影響
- 三、研究聲音音量大小對於綠豆生長的影響

參、研究設備及器材

實驗設備或器材	數量	實驗設備或器材	數量
種子生長實驗箱（視聽教室及體能教室櫃子、紙箱 2 個）	五組	手提 CD 音響（每天定時播放 12 小時，下午 4:00~隔日上午 7:30）	兩台
綠豆（每次種十顆）	一包	手機分貝儀（測量範圍 0db~100db）	一個
紗布	10 張	喇叭音源線	一條
回收牛奶盒	5 個	古典樂與熱門音樂 USB	各一個
透明實驗盒	5 個	量杯	1 個
夾子	5 個	培養土(第二次實驗)	5 份



視聽教室種子生長的實驗櫃子



體育器械室種子生長的實驗櫃子

肆、研究過程或方法

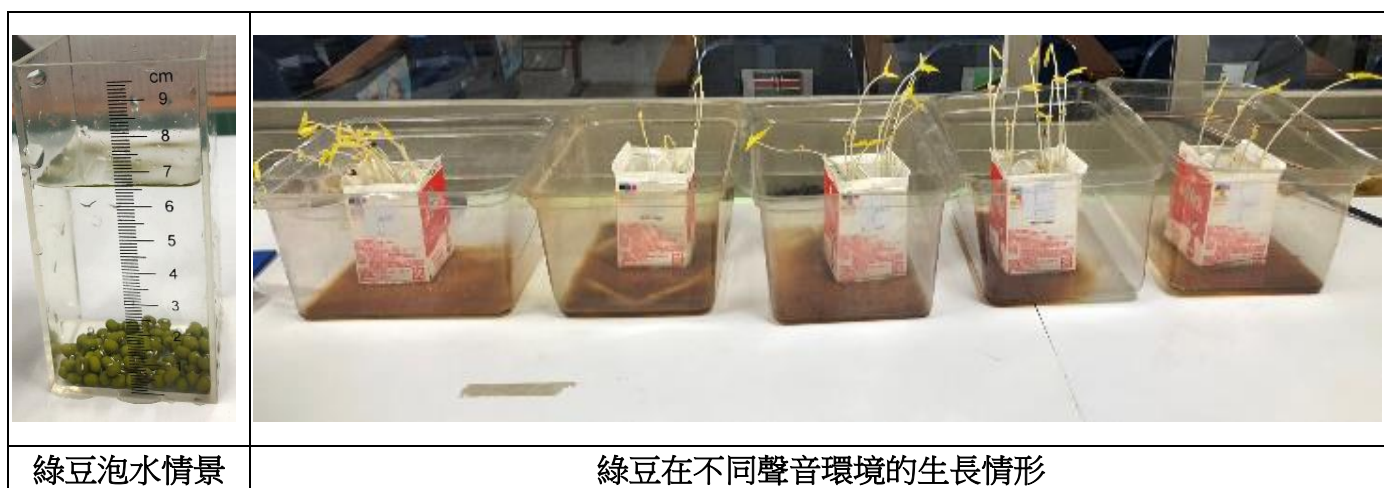
一、先前準備：

(一) **資料蒐集**：在進行實驗之前，老師將我們分配為兩組，各組蒐集關於噪音對於生物的影響，並根據蒐集的資料來決定實驗的方式與過程（詳見於參考資料中）。並在請教老師之後，我們也得知在之前的科展中，曾經比較過行道樹與校園植物的生長狀況，結果發現在噪音與污染之下行道樹的生長狀況比較差。

(二) **材料決定**：我們決定以種過的綠豆來進行實驗與觀察的對象，因為對於綠豆的生態與生長過程最為瞭解與熟悉。至於音樂材料的選定，則是請教音樂老師後，老師向我們推薦韋瓦第(Antonio Vivaldi)的四季協奏曲與羅尼·詹姆斯·迪歐(Ronnie James Dio)的重金屬搖滾音樂來作為研究的材料。

(三) **實驗觀察場選定地與環境影響評估**：因為實驗的操縱變因是聲音，為了盡量減少各種聲音的干擾，我們決定選用少有人活動的四樓視聽教室、體育器械室、禮堂來進行實驗（實驗組與控制組放置於都在四樓，但在不同教室，不會互相干擾，環境溫度均接近，請參閱附錄一），放音樂時間訂在放學後的 16:00 到隔日上學的 7:30，對學校不會造成太大的干擾，對於上課的影響能減少至最少。經過我們實際測試，在植物生長實驗箱外測得的音量在六十分貝以下，關上門後聲音很小，到三樓以下則幾乎聽不到聲音了。

(四) **製作種子生長實驗箱與相關設備**：我們以最環保的方式來進行實驗，本「植物生長實驗箱」是利用學校教室中的櫃子與回收紙箱、牛奶盒，讓櫃子裡面播放的音樂不會干擾到外面的環境。並利用手機分貝儀來測量音量的大小，以進行相關的研究。



綠豆泡水情景

綠豆在不同聲音環境的生長情形

二、研究架構

(一) **實驗對象**：根據環保署的資料顯示長期處於超過 70 分貝音量的環境對於生物生理會造成影響，超過 100 分貝以上則會使生物造成傷害，但因為器材學校音響的最高音量只能到 70 分貝以上，無法到 100 分貝，因此我們將設定在 70 分貝以上(擾人)與 50 分貝來進行實驗觀察。實驗設計以實驗研究的設計方式進行，依照不同的音樂種類與音量區分，我們決定將實驗分為五組進行，分別是實驗組熱門音樂組（70 分貝與 50 分貝）與古典音樂組（70 分貝與 50 分貝），另外一組是沒有音樂的對照組來進行觀察研究（相關的音量資料請參考附錄二）。同一組內種十顆綠豆。

(二) **實驗方法**：在綠豆栽種之前均先經過前一天 10 小時的「催芽」，並選定大小接近的綠豆來進行栽種（原因詳見預試）。每次栽種的時間 10 天，每天定時定量澆水，並記錄綠豆的生長狀況，並結算出平均值以作為結果。實驗重覆進行 2 次，並加以紀錄最後以討論結果。（由於在培養盒中只澆水，且培養土可使用三個月不必施肥，所以不考慮土壤養分造成的生長條件差異）

上學期間的播放音樂時間是從下午 4 點到隔日 7:30 是避免播放時干擾到學校的活動。本實驗將陽光日照的變因去除，利用暗室種植綠豆進行實驗；假日期間則是不間斷放音樂。

本實驗分兩次種植、三次測量。第一次測量為 2/20~2/24 期間：將五組綠豆放在不同暗室中分別澆水 30CC，並給予不同聲音環境以觀察其生長的情形。

第二次測量為 2/24~3/1 期間：為原第一次種植的綠豆，改為分別澆水 60C.C.，並連續不間斷給予不同聲音環境，以觀察連假期間不間斷的聲音環境對生長的影響。

第三次測量為 3/1~3/10 期間：我們重新將豆子泡水、挑選目視外觀差不多的豆子分成五組後改用培養土種植，一樣在暗室中澆水 30CC、給予不同的聲音環境，再觀察記錄綠豆的生長情形。

(三) 實驗架構表列：

組別	實驗組				控制組
地點	視聽室櫃子 A	視聽室櫃子 B	體能教室櫃子	體能教室地上	禮堂椅子上
實驗分組	熱門音樂 70 分貝組	熱門音樂 50 分貝組	古典音樂 70 分貝組	古典音樂 50 分貝組	沒有音樂
對象	每組種十顆綠豆	每組種十顆綠豆	每組種十顆綠豆	每組種十顆綠豆	每組種十顆綠豆
種植過程	第一次:2/20~2/24 每天澆水放音樂 15.5 小時；2/24~3/1:2/24 澆水 60CC 持續放音樂 第二次:3/1~3/10 上課日每天澆水放音樂 15.5 小時，3/3 放假前澆水 60CC 持續放音樂				

(四) 實驗限制：

由於時間與能力上的限制，我們無法對其他種類的植物（如木本植物）加以進行實驗。另外其他外界的變因則無法詳細的列入討論的範圍。而在實驗進行時，我們雖然已經進行隔音，但是仍無法避免的會有其他場地傳來的聲音，但已盡力控制（控制在 50 分貝以下）。此外雖然原先想測試 100 分貝以上的聲音對植物生長的影響，但由於音響音量最大只到 80 分貝以下，所以改以 70 分貝和 50 分貝來實驗。

三、預試（試探性研究）

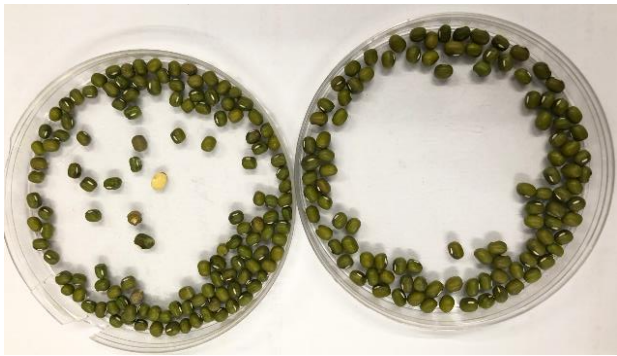



(一) 預試進行：我們第一次依照我們的設計來進行試探性的實驗，並加以紀錄與觀察。本次的實驗從 2/12 催芽，2/13~2/17 五天試種，並對可能發生的問題來加以修正。

(二) 預試結果：

1.綠豆的催芽：經查資料，綠豆發芽需 6~8 小時，時間太長會把綠豆泡爛。預試時我們將綠豆泡水 6 小時發現綠豆萌芽情況不一，有的顯著變大的有的則不見外觀改變，因此正式實驗時我們增加泡水時間為 10 小時，也增加了泡水的綠豆數量，再由泡水後催芽情況差不多的綠豆進行實驗。

2.綠豆的生長：原本預計配合放音樂時間每天澆水一次，但預試時發現：如果只澆水一次，綠豆的生長速度緩慢，為了增加實驗結果差異便於觀察，因此改變為上學及放學各澆水一次。

3.記錄方式：原本設計的紀錄方式僅限於計算平均值，但是經過實驗後發現需要整體加以詳記，所以在日後的正式實驗中會改變記錄方式。此外原本量長度時，是要將根到葉子的部分都測量並計算，但預試時發現，根會竄入紗布，如果連根也量長度，在拔除豆芽時會傷到根，而葉子的部分也有開展和沒開展的差別，因此最後決定只測量從根部以上到葉子之間莖的長度。

	
<p>左培養皿為較小、有皺褶及破損不良豆</p>	<p>挑選的好豆，泡水後豆子萌芽情形不一</p>
	
<p>挑選泡水後外觀相近的綠豆(上為淘汰綠豆)</p>	<p>挑選綠豆情形</p>

4.音樂播放時間：原本設計為早上 7:30 播放音樂，放學 16:00 時關音樂，但考量上學時間，避免干擾學校活動進行或吸引同學前往實驗地點而破壞實驗現場，因此把時間改為放學 16:00 時開音樂後澆水，早上 7:30 關音樂後澆水，不僅不會對學校干擾也可以增加播放音樂的時間（增加音樂對綠豆生長的影響時間）。

5.結果：萌芽情況不佳且澆水的次數較少，所以綠豆生長情況結果並不明顯，無法看出實驗的差異。修正缺失之後，我們就開始進行了正式的實驗。



四、正式研究

我們從 2 月 20 日開始進行第一次的正式實驗，由於綠豆發芽後長根並竄入紗布中，為了避免干擾綠豆芽生長及取出綠豆芽在丈量時會增加日照時間而造成日照時間差異的而影響綠豆生長情形。因此只測量及記錄最終實驗結果。每天利用關或放音樂的時間與老師討論觀察結果，並交換意見，最後在兩次實驗、三次記錄結束之後，就著手將實驗結果與相關資料整理、打字，並忠實的呈現原始成果。




我們第一次觀察記錄的是種在紗布上的綠豆：2/20~2/24；第二次觀察記錄的也是紗布上的綠豆：2/25~3/1；第三次觀察則是第二次種在培養土的綠豆，種植時間是 3/1~3/10，兩次種植都經過前一天(分別為 2/19 與 2/28)10 小時的泡水催芽。

伍、研究過程及結果

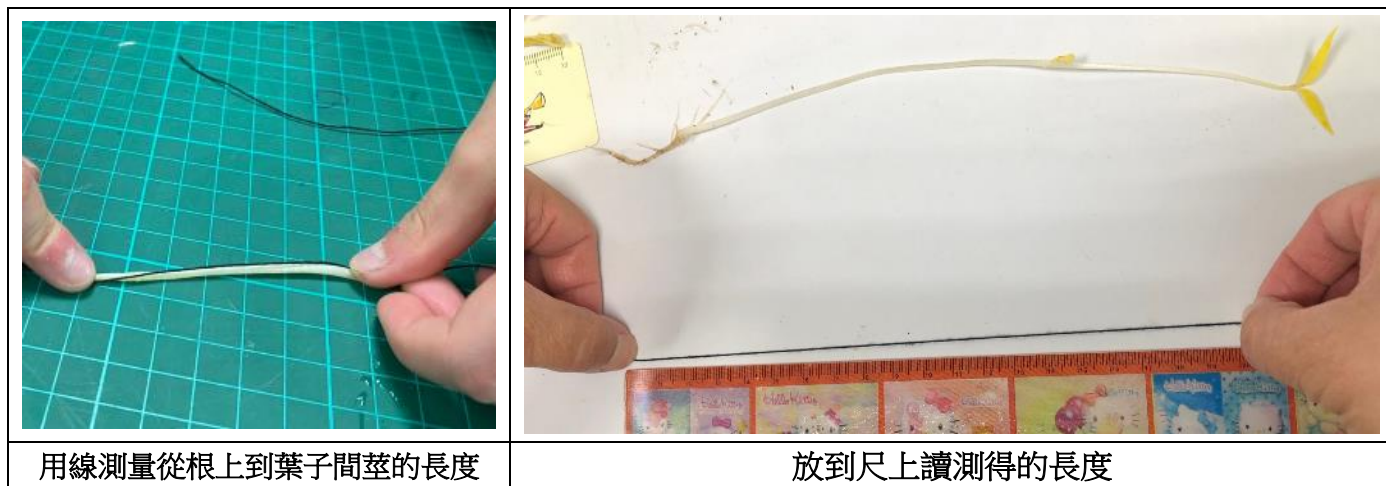
一、音量控制

		
<p>70 分貝以上的古典及搖滾樂</p>	<p>50 分貝左右的古典及搖滾樂</p>	<p>無放音樂的環境 40 分貝左右</p>

二、生長環境控制

		
<p>紗布上的豆苗澆水</p>	<p>紗布上生長的豆苗</p>	<p>幫培養土中的豆苗澆水</p>

三、測量方式



用線測量從根上到葉子間莖的長度

放到尺上讀測得的長度

四、研究結果

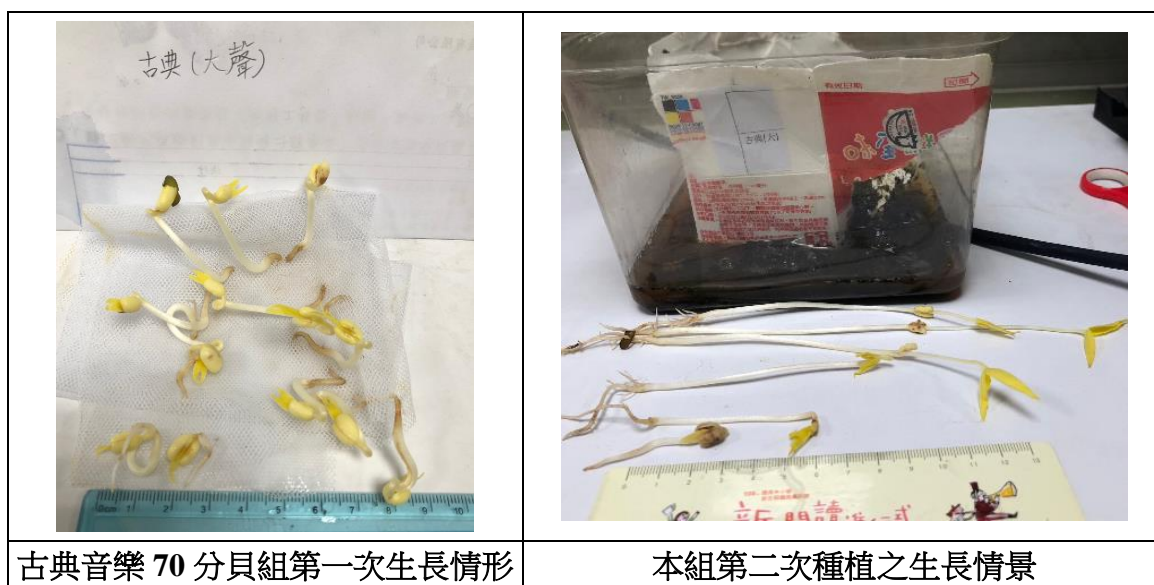
我們將研究結果與資料記錄如下，並以表格與長條圖的方式來加以呈現：

(一) 實驗組一：古典音樂 70 分貝組的三次生長結果記錄

古典音樂 70 分貝組的三次生長結果記錄表

	長度 1	長度 2	長度 3	長度 4	長度 5	長度 6	長度 7	長度 8	長度 9	長度 10	平均
2月24日	3.3	3.4	3.3	3.6	3.4	3	3.6	4.2	4.2	2.5	3.45
3月1日	6.5	14	13.6	16.6	16.7	8	12.1	4.9	16.9	15	12.43
3月10日	10.5	6.5	19.8	15.8	16.9	4.5	13.1	11.5	9.7	16.3	12.46

長度單位：公分



古典音樂 70 分貝組第一次生長情形

本組第二次種植之生長情景

(二) 實驗組二：古典音樂 50 分貝組的三次生長結果記錄

古典音樂 50 分貝組的三次生長結果記錄表

	長度 1	長度 2	長度 3	長度 4	長度 5	長度 6	長度 7	長度 8	長度 9	長度 10	平均
2 月 24 日	4	2.8	4	4.8	4.6	4.5	3.2	4	4.3	2.2	3.84
3 月 1 日	15.5	4.2	12	13.5	4.9	16	12.7	4.1	16.2	12.8	11.19
3 月 10 日	16.3	15.5	16.8	17	7	14.5	5.8	11	14	12.6	13.05

高度單位：公分



(三) 實驗組三：搖滾音樂 70 分貝組的三次生長結果記錄

搖滾音樂 70 分貝組的三次生長結果記錄表

	長度 1	長度 2	長度 3	長度 4	長度 5	長度 6	長度 7	長度 8	長度 9	長度 10	平均
2 月 24 日	5	5.5	4	4.7	7.1	4.3	3	3.7	2.2	4.3	4.38
3 月 1 日	22.6	22.5	10.1	12.6	16.7	22	22	4.6	5	17.3	15.54
3 月 10 日	17.5	20.1	15.2	18.4	18.2	16	6.2	13	11	13.7	14.93

高度單位：公分

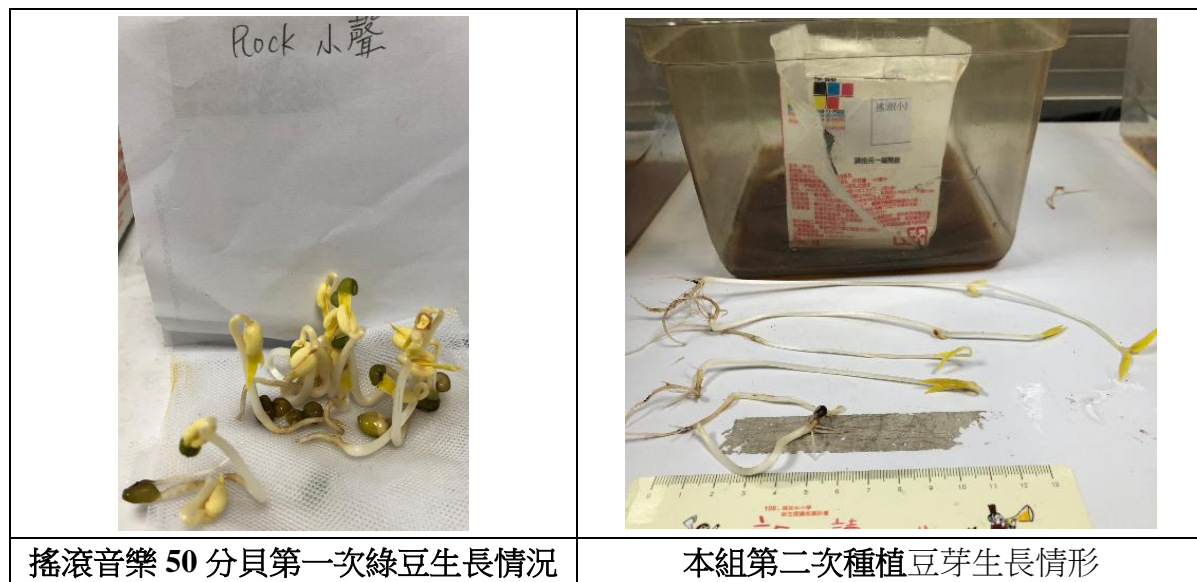


(四) 實驗組四：搖滾音樂 50 分貝組的三次生長結果記錄

搖滾音樂 50 分貝組的三次生長結果記錄表

	長度 1	長度 2	長度 3	長度 4	長度 5	長度 6	長度 7	長度 8	長度 9	長度 10	平均
2月24日	2.6	5.2	5	3.5	4.7	3.6	5	4.7	4.8	3.5	4.26
3月1日	19	12.2	17	9	8.6	16.9	10	21	5.2	8.3	12.72
3月10日	13	10.5	9	11.5	5.6	5.5	12.3	8.9	11.2	9.8	9.73

長度單位:公分

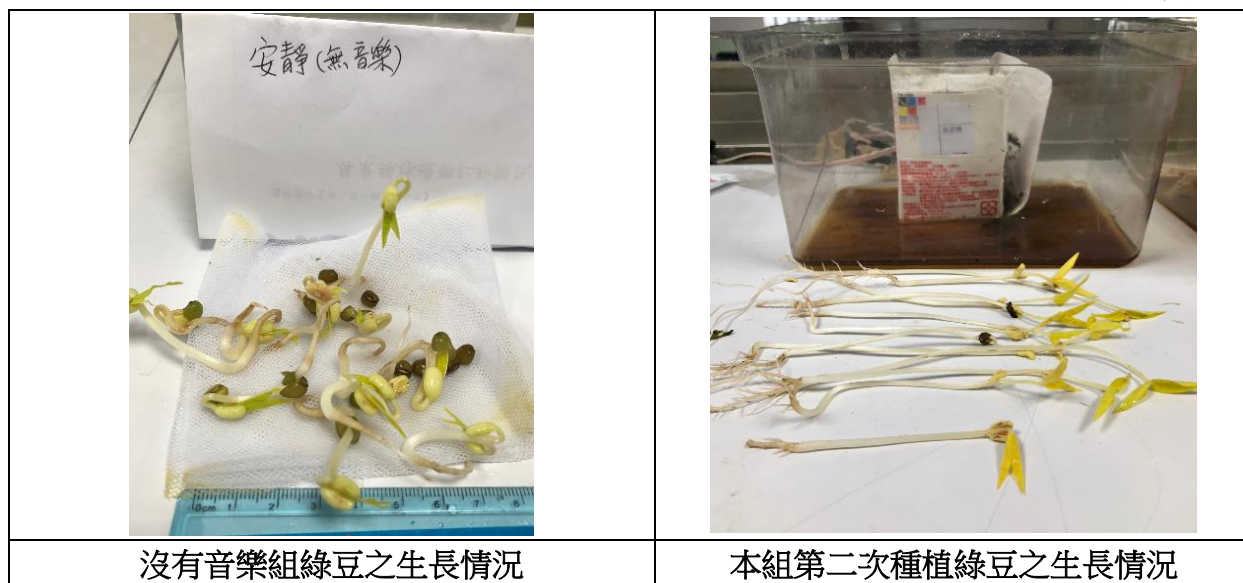


(五) 對照組：沒有音樂組的三次生長結果記錄

沒有音樂組（對照組）的三次生長結果記錄表

	長度 1	長度 2	長度 3	長度 4	長度 5	長度 6	長度 7	長度 8	長度 9	長度 10	平均
2月24日	4	5.3	3.6	3.9	3.2	3.2	2.6	5	6.2	4	4.1
3月1日	9.9	8.7	6	9.9	4.8	9.8	7.1	3.2	7.9	8.2	7.55
3月10日	9.5	9.4	15.2	14.7	9.1	10.9	12.3	11.1	11.8	8.1	11.21

長度單位：公分



(六) 五種聲音環境的綠豆生長情形

日期	70分貝古典樂	50分貝古典樂	70分貝搖滾典樂	50分貝搖滾典樂	無音樂
2月24日	3.45	3.84	4.38	4.26	4.1
3月1日	12.43	11.19	15.54	12.72	7.55
3月10日	12.46	13.03	14.93	9.73	11.21
兩次種植 生長平均	12.445	12.11	15.235	11.23	9.38

長度單位：公分

從上面的紀錄總表，可以知道2月24日各組生長長度依序為：

70分貝搖滾典樂、50分貝搖滾典樂、50分貝古典樂、70分貝古典樂、無音樂。

3月1日各組生長長度依序為：

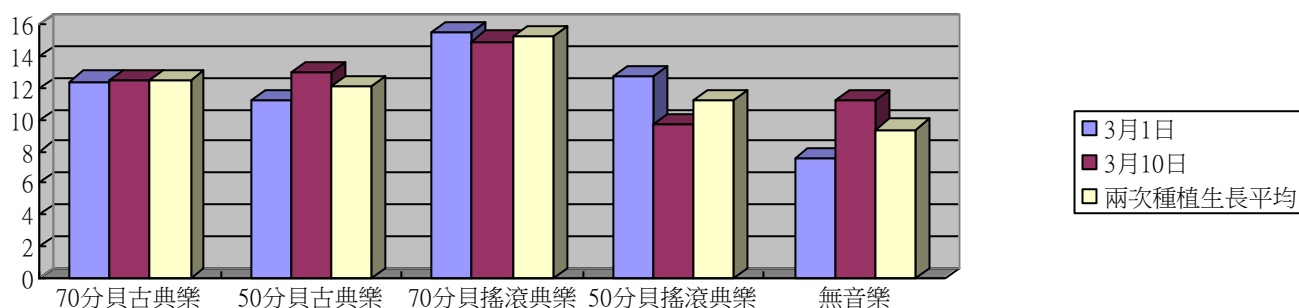
70分貝搖滾典樂、50分貝搖滾典樂、70分貝古典樂、50分貝古典樂、無音樂。

3月10日各組生長長度依序為：

70分貝搖滾典樂、50分貝古典樂、70分貝古典樂、50分貝搖滾樂、無音樂。

以兩次種植而言，平均綠豆生長長度為：

70分貝搖滾典樂、70分貝古典樂、50分貝古典樂、50分貝搖滾樂、無音樂。



五種聲音環境中綠豆的兩次生長情形 長條圖

(七) 五種聲音環境的生長平均值差

日期	70分貝古典樂	50分貝古典樂	70分貝搖滾典樂	50分貝搖滾典樂	無音樂
2月24日	3.45	3.84	4.38	4.26	4.1
3月1日	12.43	11.19	15.54	12.72	7.55
生長長度	8.98	7.35	11.16	8.46	3.45

長度單位：公分

2月24日澆水60CC後給予綠豆芽不間斷的聲音環境到3月1日，可以觀察到綠豆的生長長度平均值的差異為：**70分貝的搖滾樂生長長度最多，然後是70分貝的古典樂，接下來是50分貝的搖滾樂、50分貝的古典樂；而無音樂的綠豆顯著生長較慢。**

這個生長差異值的結果與兩次種植的平均綠豆生長長度得到70分貝的搖滾和70分貝的古典樂的環境下，綠豆都生長得比較長。

陸、討論

經過為期 20 天的三次觀察，我們將以上所得的實驗結果來進行討論：

一、聲音對於綠豆（植物）植物生長的影響：

根據研究記錄的結果，我們可以從上面的長條圖中發現有三種不同的顏色的長條，而每一色長條代表的是同一組的實驗結果，我們可以發現各組的生長速度均不相同，因此聲音對綠豆的生長速度是有影響的。

二、研究聲音種類對於植物生長的影響

(一)聽 70 分貝搖滾樂的綠豆（實驗組一），生長速度較聽 70 分貝、50 分貝古典音樂（實驗組三與實驗組四）、50 分貝搖滾樂以及沒聽音樂（對照組）的綠豆快。

(二)以兩次種植的生長平均值得到結果為：70 分貝搖滾樂 >70 和 50 分貝的古典樂 > 50 分貝搖滾樂 >無音樂。

(三)沒聽音樂的綠豆（對照組）生長速度比任何聽音樂的綠豆（實驗組三與實驗組四）慢。

三、研究聲音音量對於植物生長生長的影響

(一)70 分貝以上的音量，對人們而言是噪音，然而對於綠豆生長的影響卻有正面的影響。

(二)不管是 50 分貝或擾人的 70 分貝的音樂都對綠豆的生長有助益，生長情形都比沒有音樂的對照組長得好；三次實驗結果都是 70 分貝的搖滾樂生長情形最好，而相對安靜沒有音樂的綠豆生長最差。

根據以上所得的結論，我們將在以下的結論來進行更進一步的探討。

柒、結論

經由上面的討論與敘述，我們歸納出以下五點結論：

一、過大的音量不但對人類或動物的生長有影響，對於植物也有明顯的影響：

依據美國環境保護署的看法，當噪音值超過 75 分貝時，就會有 50% 的社區居民會表示厭煩、憤怒的主觀感覺，當噪音超過 70 分貝時，室內的談話就會有 30% 的內容不易聽清楚，使人際之間的溝通變得困難。更嚴重的，它會對內耳神經產生日積月累的傷害，而有聽聞損失。在本次的實驗中也發現聲音對於植物的生長也有影響，也會使植物的生長情況與生長的速度有所不同。

二、不同種類的音樂對植物的生長有明顯的影響：

不論是古典音樂或是熱門音樂，對於植物的生長速度都是有影響的。經本實驗證實：在 70 分貝搖滾樂環境的綠豆生長情況最佳。但音樂在綠豆各個生長階段的影響力可能不同：萌芽階段、長葉階段、結果階段。本實驗只證實在 10 天內的發芽階段，70 分貝的音樂對綠豆生長有助益。

三、在完全安靜沒有其他音樂的場所生長得植物未必會長得比較好：

在本次的觀察實驗中，對照組生長得速度是最差的。可見音樂的震動有助於植物的生長，如 70 分貝搖滾音樂就是一個很好的例子。

四、50 分貝的古典樂和 70 分貝的古典樂對植物的生長的影响差異不大：

不管是 2/20~2/24 間歇音樂、2/24 到 3/1 不間斷的音樂洗禮或是 3/1~3/10 的第二次實驗得到結果，都可以觀察到兩組的生長值差異不大。

捌、心得與感想

還沒有開始著手實驗的時候，從我們看到、聽到的資訊都覺得：我們實驗的結果應該是綠豆會比較喜歡古典樂，而且應該是喜歡 50 分貝的古典樂吧！尤其當我們每天去放 70 分貝的搖滾樂時，都覺得好吵！心想，綠豆應該不喜歡吧！沒想到 2/24 第一次記錄綠豆生長的長度時，結果非常出乎我們意料之外，綠豆竟然喜歡 70 分貝的搖滾樂！於是我們想既然綠豆這麼愛搖滾樂，我們何不利用連假期間，來給綠豆持續不斷的「震撼教育」？於是我們興致勃勃的幫綠豆澆 60CC 的水，並在放假期間一直期待知道到底綠豆長得怎麼樣了？會不會被吵死啊？

3/1 結束連假，我們迫不及待的去觀察記錄綠豆的生長情形，結果聽了 5 天的搖滾樂的綠豆竟然長得最好。我問老師如果改成用培養土種，結果會一樣嗎？老師很肯定我的好奇心說：我們來實驗看看結果會不會一樣！於是我們開始了第二次種植。

參加了這次科展，開啟了我的探究之旅，也讓我了解，對於生活周遭的似是而非的觀念，不可以道聽塗說，許多事實必須經過科學實驗才能驗證得知，所以這次的實驗讓我很驚奇也覺得非常有趣。

玖、參考資料與其他

<中文書目>

李濟南（民 76）噪音振動惹人惱，台北市：幼獅出版社

行政院環境保護署]法規委員會執行編輯（民 87）環境保護法令彙編，台北市：行政院環境保護署

<網路資料>

綠色力量（2017 年 12 月）·綠田野 129 期·取自

https://www.greenpower.org.hk/html5/chi/an_129.shtml

全國科學探究競賽-這樣教我就懂(2016)取自

<http://sciexplore2016.colife.org.tw/%5CUpload%5C%E9%9F%B3%E6%A8%82%E5%B0%8D%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%9A%84%E5%BD%B1%E9%9F%BF-3681a228-9165-4398-aada-68ecdc3e8cb6.pdf>

林哲豪等五人・為什麼安全島的植物特別矮小~震波對植物的影響・取自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/24/pdf/24s/154.pdf>

/植物聽音樂的結果讓人出乎意料！想要農作物增產還不趕緊學學！・每日頭條・取自

<https://kknews.cc/news/83k6m9n.html>

中華民國行政院環保署・空氣污染及噪音・取自

<http://www.epa.gov.tw/P2/P2-1.htm>

湖西國小自然科學習加油站・取自

http://content.edu.tw/primary/nature/ph_hs/phnet/overview/s4/1431-1.htm

彰化師範大學生物系—噪音對人體的影響・取自

<http://www.bio.ncue.edu.tw/~8723019/supplyment/noise/noise1.htm>

<http://coop.bio.ncue.edu.tw/9ys/nature/noise.htm>

台中市環境保護局—噪音管制宣導手冊・取自

http://www.tcepb.gov.tw/organization/air/noise_menu/RULES/SEC0.HTM

綠十字健康網--噪音對人體的影響・取自

<http://www.greencross.org.tw/enviroment/noise.htm>

附錄一：

在實驗場所 測得之噪音值

視聽教室	體能教室	禮堂
47.5 分貝	45.2 分貝	40.0 分貝

註一：測量時間為中午午休時間。

附錄二：

對照組的音量約在 40db~60db 之間。

AM8:00	AM 10:10	中午十二點	PM2:10	PM4:00
46.8 分貝	59 分貝	61 分貝	40 分貝	44 分貝

註一：測量日期：112 年 2 月 13 日（一）。

註二：10:10 開始下課 20 分鐘、中午十二點為用餐時間：人走動及下課放音樂而使音量增加。