

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030321

藥你長得好 - 探討肉桂對植物生長的影響

學校名稱：臺南市私立瀛海高級中學(附設國中)

作者： 國一 楊俐玟 國一 蔡欣妤	指導老師： 曾子耘 薛 龍
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：肉桂、中藥濃度、植物逆境

摘要

實驗先選用六種中藥氣味與小白菜進行共培養，並選擇肉桂進行後續研究。結果顯示肉桂氣味可抑制植株生長，且距離越遠，對植物影響越弱。

為提升研究實用性，我們改將肉桂粉泡水施用於小白菜根部，當肉桂水濃度低於 0.3%時，可顯著促進小白菜生長，濃度高則無效。說明了肉桂濃度會影響植物生長，且經根部吸收後，對小白菜有益處。接著我們將肉桂水分別和對植物有益的維他命 C 及對植物有害的逆境進行共培養，以了解其對小白菜生長的影響。結果顯示，維他命 C 水與肉桂水混合無法促進植物生長；而肉桂水則可減緩植物受鹽逆境、熱逆境、淹水逆境抑制的情形。

實驗結果說明了肉桂氣味可作為抑制植物生長的媒介，而肉桂水則可作為提升小白菜生長的良好資材。

壹、研究動機

有一天下課班上傳來了陣陣香味，一開始我們聞不出是甚麼味道，雖說我們感覺很香，但過沒多久當香味完全擴散於教室後，有同學無法接受那種味道開始哀號，出於好奇我們循著香味看去，發現竟然是「中藥」！經過詢問後得知我們國一這個年級正值喝中藥的年紀，因有助於孩子長高、調養身體。中藥的味道有些人能接受有些人不能接受，但轉念一想，嗯？那植物如何呢？中藥的味道會不會對植物有甚麼特別的影響呢？現在喝中藥又能使孩子長高，那.....讓植物在中藥水中生長會有甚麼影響呢？

於是，我們抱持著「中藥的味道會不會植物的生長產生影響？」和「中藥水會不會對植物的生長產生影響？」開啟了這一系列的研究。

貳、研究目的

- 一、探討不同種類中藥氣味對植物(小白菜)的影響。
- 二、探究不同濃度中藥氣味對植物(小白菜)產生影響。
- 三、探索不同濃度中藥水對植物(小白菜)的影響：
 - (1) 中藥水的濃度對小白菜生長產生影響。
 - (2) 不同濃度的維他命 C 水加不同濃度的中藥水對小白菜生長產生的影響。
 - (3) 不同濃度的中藥水在鹽逆境對小白菜生長產生的影響。
 - (4) 不同濃度的中藥水在熱逆境中對小白菜生長產生的影響。
 - (5) 不同濃度的中藥水在寒逆境中對小白菜生長產生的影響。
 - (6) 不同濃度的中藥水在乾旱逆境對小白菜生長產生的影響。
 - (7) 不同濃度的中藥水在淹水逆境對小白菜生長產生的影響。

參、研究設備及器材

一、研究器材：

微量電子天平、自製控溫箱、保冷箱、解剖顯微鏡、溫度計、離心管、9cm 培養皿、5.5cm 培養皿、針筒、紙箱、空雞蛋盒、125mm 濾紙、70mm 濾紙、20mm 濾紙、鹽巴、小白菜種子

二、應用程式：

Word、PowerPoint、Excel

三、研究材料：

1. 小白菜(*Brassica rapa chinensis*)

詳細資料

別名：青菜

科學分類：十字花科(*Brassicaceae*) 蕓薹屬(*Brassica*)

簡介：

植株一般較矮小，葉面無絨毛，葉片為淺綠、深綠或墨綠色，呈匙、圓等狀，全緣有不明顯鈍齒和波狀，少數有缺刻；扁寬或圓窄的葉柄很明顯，兩側多沒有葉翼，球形種子，顏色多為紅棕色或紫褐色。



2. 辛夷(*Magnolia liliiflora* Desr.)

詳細資料

別名：木筆、辛夷花、木筆花、望春花

科學分類：木蘭科(*Magnoliaceae*) 木蘭屬(*Magnolia*)

簡介：

辛夷成長卵形，苞片外表面布滿灰白毛或灰綠毛，似毛筆頭，而內表面類棕色，花被類棕色，基部常具短梗，梗上有類白色點狀皮孔。體輕、質脆。氣芳香，味辛涼而稍苦。



3. 肉桂(*Cinnamomum cassia*)

詳細資料

別名：官桂、桂心、簡桂、玉桂、牡桂

科學分類：樟科(*Lauraceae*) 樟屬(*Cinnamomum*)

簡介：

呈長片狀槽狀形，左右兩邊向內捲起，卷邊呈半筒形，槽的中心略凸起，外皮下



凹，外皮棕褐色，兩端各有削去栓皮的斜面呈棕色。全體有不規則的橫生皮孔和多數微突起的小瘤點。偶有略突起的橫紋及灰綠色花紋（苔蘚類植物著生後留下的痕跡，俗稱彩皮）。內表面暗紅棕色或棕色，光潔，用指甲刮劃時可見深棕色油紋。氣芳香濃烈，味甜辣。

4. 細辛(*Asarum sieboldii*)

詳細資料

別名：華細辛、盆草細辛

科學分類：馬兜鈴科(*Aristolochiaceae*)細辛屬(*Asarum*)

簡介：

多數十棵紮成為一小把，常捲縮成團。根莖橫生呈不規則圓柱形，具短分枝，表面灰棕色，粗糙，具環形節，分枝頂端有碗狀的莖痕。根細長，密生節上，表面灰黃色，平滑或具縱皺紋，質脆易折斷，斷面黃白色。味辛、溫。



5. 桂枝(*Cinnamomum cassia Presl*)

詳細資料

別名：柳桂

科學分類：樟亞科(*Lauroideae Kosterm*)樟屬(*Cinnamomum*)

簡介：

呈長圓柱形，多分枝。表面紅棕色至棕色，有縱稜線、細皺紋及小疙瘩狀的葉痕、枝痕、芽痕，皮孔點狀。質硬而脆，易折斷。斷面皮部紅棕色，木部黃白色至淺黃棕色，髓部略呈方形。有特異香氣，味甜、微辛，皮部味較濃。



6. 當歸(*Angelica sinensis*)

詳細資料

別名：干當歸、秦哪、西當歸、岷當歸、金當歸、當歸尾、土當歸

科學分類：傘形科(*Umbelliferae*)當歸屬(*Angelica L*)

簡介：

全歸長略呈圓柱形，下部有支根 3~5 條或更多。外皮細密，表面黃棕色至棕褐色，具縱皺紋及橫長皮孔。主根表面凹凸不平；支根上粗下細，多扭，有少數鬚根痕。質柔韌，斷面黃白色或淡黃棕色，皮部厚，有裂隙及多數棕色點狀分泌腔，木部色較淡，形成層環黃棕色。木質部色較淡；根莖部分斷面中心通常有髓和空腔。味甘、辛、溫。



7. 砂仁(*Amomum villosum* Lour)

詳細資料

別名：縮砂仁、陽砂仁、陽春砂

科學分類：姜亞科(*Zingiberoideae*)豆蔻屬(*Amomum*)

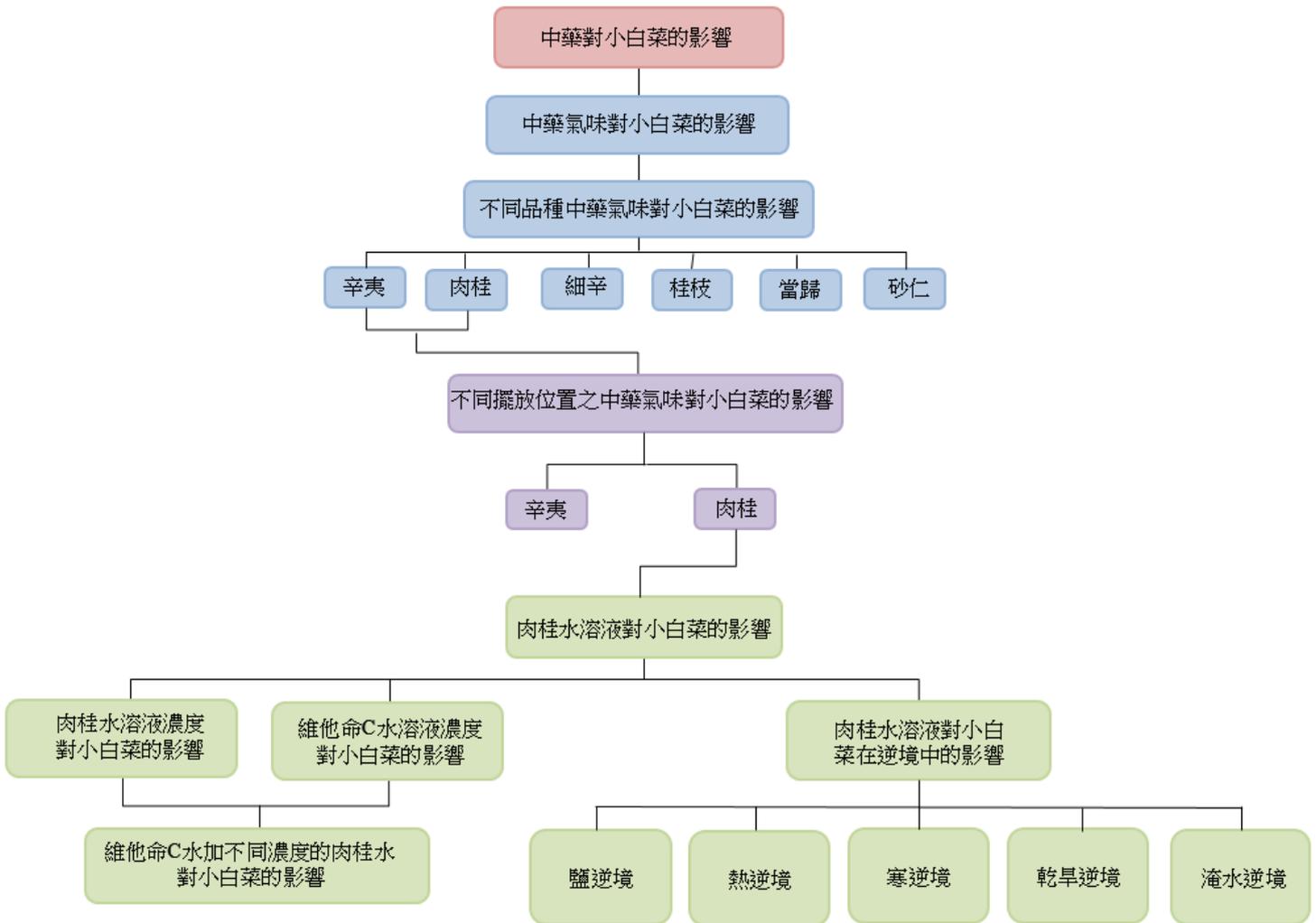
簡介：

呈橢圓形或卵圓形，有不明顯的三稜。表面棕褐色，密生刺狀突起，頂端有花被殘基，基部常有果梗。表面棕紅色或暗褐色，有細皺紋，外被淡棕色膜質假種皮。味辛、溫。



肆、研究步驟

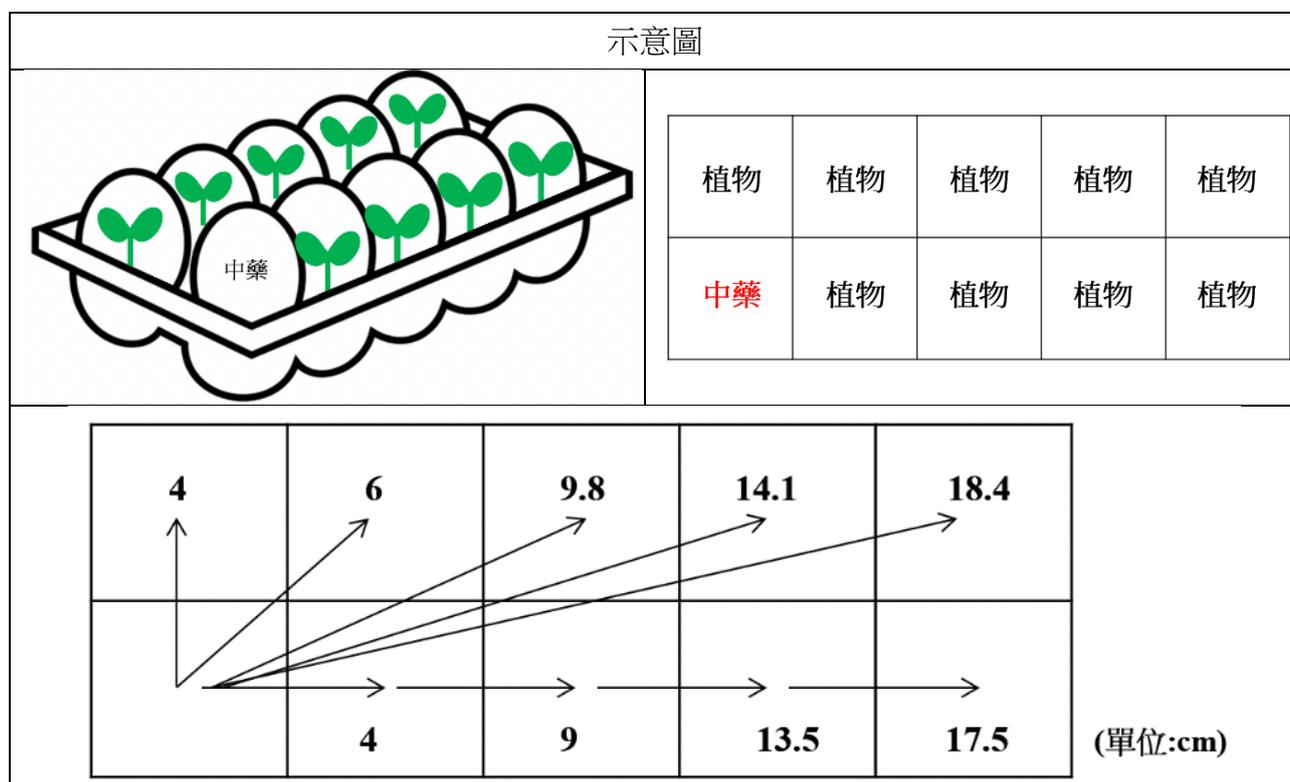
研究架構



一、中藥的氣味對植物的影響

(一) 測試不同中藥氣味對植物的影響

- (1) 取一塑膠碗作為培養植物的培養皿，在塑膠碗中均勻放入 120 顆種子，加入 20 ml 的水，放置三天等待其發芽。
- (2) 以蛋盒作為實驗場所，除了第二排第一格以外，在其他格加入 1 ml 的水，並放入大小相同的濾紙。
- (3) 從塑膠碗中挑選出大小相近的小白菜幼苗，並依序將其放入蛋盒中，蛋盒每一格皆放入一棵幼苗。
- (4) 將不同的中藥分別放入第二排第一格，作為氣味揮發的原料，接著封住蛋盒開口，放置三天後收結果。
- (5) 收結果時，將植物和中藥依照蛋盒中的位置，放置於黑布上，測量其莖長並拍照。

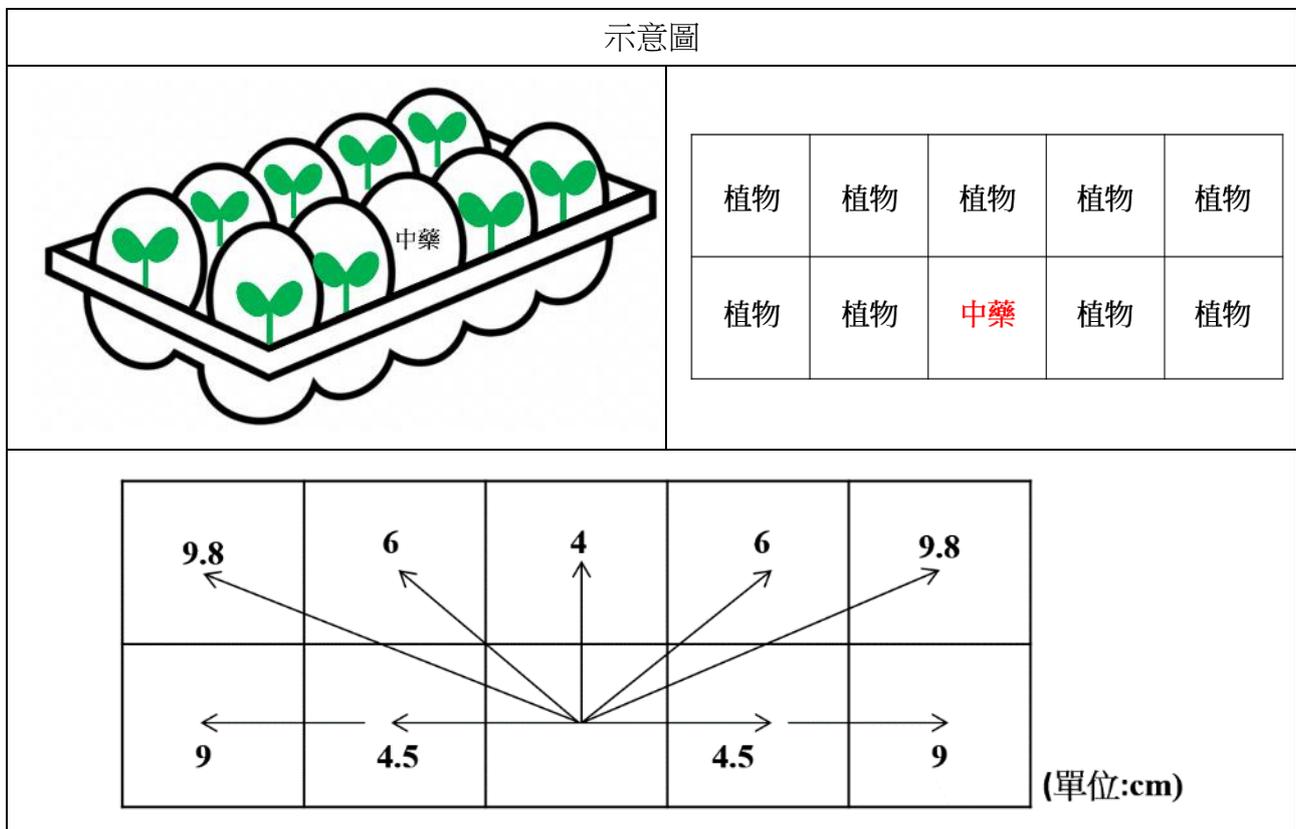


圖一：氣味共培養裝置示意圖

(二) 測試中藥擺放的位置對植物的影響

- (1) 取一塑膠碗作為培養植物的培養皿，在塑膠碗中均勻放入 120 顆種子，加入 20 ml 的水，放置三天等待其發芽。
- (2) 以蛋盒作為實驗場所，除了第二排第一格以外，在其他格加入 1 ml 的純水，並放入大小相同的濾紙。

- (3) 從塑膠碗中挑選出大小相近的小白菜幼苗，並依序將其放入蛋盒中，蛋盒每一格皆放入一棵幼苗。
- (4) 將不同的中藥分別放入第二排第一格，作為氣味揮發的原料，接著封住蛋盒開口，放置三天後收結果。
- (5) 收結果時，將植物和中藥依照蛋盒中的位置，放置於黑布上，測量其莖長並拍照。



圖二：氣味共培養擺放位置改變示意圖

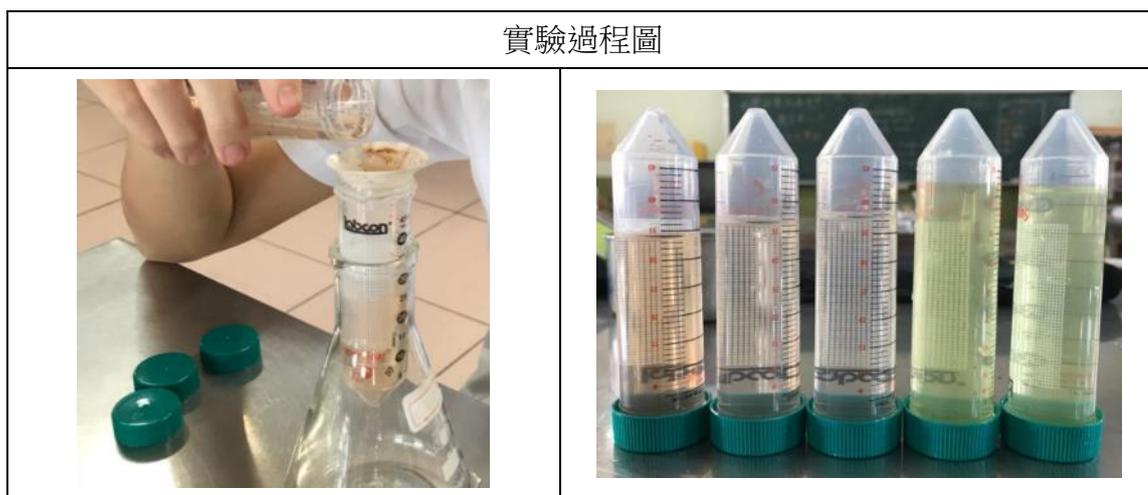
二、中藥水對植物的影響

(一) 測試不同濃度中藥水(肉桂)對植物的影響

- (1) 利用微量電子天平秤出 0.05g、0.15g、0.3g 的肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 50 ml 的純水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 肉桂水和 5 ml 的純水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (5) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。

(二) 測試不同濃度維他命 C 水對植物的影響

- (1) 在燒杯中加入一錠 200 mg 維他命 C 錠再加入 200 ml 的純水，將燒杯中的維他命 C 錠和水混合成維他命 C 水。
- (2) 依順序在 9 cm 培養皿中倒入兩種濃度：10 ml 維他命 C 水和 5 ml 維他命 C 水加 5 ml 的純水。
- (3) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (4) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (5) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。



圖三：配置水溶液之實驗照片

(三) 測試 0.5% 維他命 C 水加入不同濃度的中藥水(肉桂)對植物的影響

- (1) 利用微量電子磅秤秤出 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 50 ml 的純水。在燒杯中加入一錠 200 mg 維他命 C 錠再加入 200 ml 的水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。再將燒杯中的維他命 C 錠和水混合成維他命 C 水。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 肉桂水和 5 ml 的純水。依順序在 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 維他命 C 水加 5 ml 的純水。再將兩者混合成肉桂維他命 C 水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (5) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。

(四) 測試不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水(肉桂)對植物的影響

- (1) 利用微量電子磅秤秤出 0.3%、0.6%、0.9%、1.2% 的鹽和 0.05%、0.15%、0.3% 肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 50 ml 的純水。

- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3%的肉桂水溶液。將離心管中的鹽與水充分混合成鹽水。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 肉桂水和 5 ml 的純水。依順序在 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 鹽水加 5 ml 的純水。再將兩者混合成肉桂鹽水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 20 顆小白菜種子。
- (5) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。



圖四：排列植株及拍照之實驗照片

(五) 測試不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水(肉桂)對植物的影響

- (1) 利用微量電子磅秤秤出 0.3%、0.6%、0.9%、1.2%的鹽和 0.05%、0.15%、0.3%肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 50 ml 的純水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3%的肉桂水溶液。將離心管中的鹽與水充分混合成鹽水。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 肉桂水和 5 ml 的純水。依順序在 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 鹽水加 5 ml 的純水。再將兩者混合成肉桂鹽水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 20 顆小白菜種子。
- (5) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。

(六) 不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水(肉桂)對植物根部死亡程度的影響

- (1) 利用微量電子磅秤秤出 0.3%、0.6%、0.9%、1.2%的鹽和 0.05%、0.15%、0.3%肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 50 ml 的純水。

- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。將離心管中的鹽與水充分混合成鹽水。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 肉桂水和 5 ml 的純水。依順序在 9 cm 培養皿中倒入 5 ml 鹽水加 5 ml 的純水。再將兩者混合成肉桂鹽水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 20 顆小白菜種子。
- (5) 放置六天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗材料。
- (6) 以 0.25% Evans blue 染劑測量根部細胞死亡程度，將 Evans blue 染劑倒至 5 cm 培養皿中，將種六天大之小白菜幼苗用鑷子夾起放入培養皿等待 15 分鐘。
- (7) 15 分鐘後，將小白菜幼苗放入裝著純水的 5 cm 培養皿清洗 3 次，每次為 3~5 分鐘。
- (8) 清洗過後，將染過的幼苗泡在水中放置隔夜。
- (9) 隔天將幼苗擺放於玻片上，以解剖顯微鏡拍其根部，並觀察其根部的死亡程度。



圖五：Evans blue 染劑之實驗照片

(七) 不同濃度的中藥水(肉桂)在熱逆境中對植物的影響

- (1) 利用微量電子天平秤出 0.05g、0.15g、0.3g 的肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 100 ml 的純水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 10 ml 肉桂水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (5) 放入自製控溫箱將停止溫度設於 31°C 將啟動溫度奢於 30°C，並放入所有培養皿且放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。

(八) 不同濃度的中藥水(肉桂)在寒逆境中對植物的影響

- (1) 利用微量電子天平秤出 0.05g、0.15g、0.3g 的肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 100 ml 的純水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 10 ml 肉桂水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (5) 放入自製控溫箱將停止溫度設於 5°C 將啟動溫度設於 4°C，並放入所有培養皿且放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。

(九) 不同濃度的中藥水(肉桂)在乾旱逆境中對植物的影響

- (1) 利用微量電子天平秤出 0.05g、0.15g、0.3g 的肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 100 ml 的純水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 2 ml 肉桂水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (5) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，開蓋 8 小時，並計算其存活率。

(十) 不同濃度的中藥水(肉桂)在淹水逆境中對植物的影響

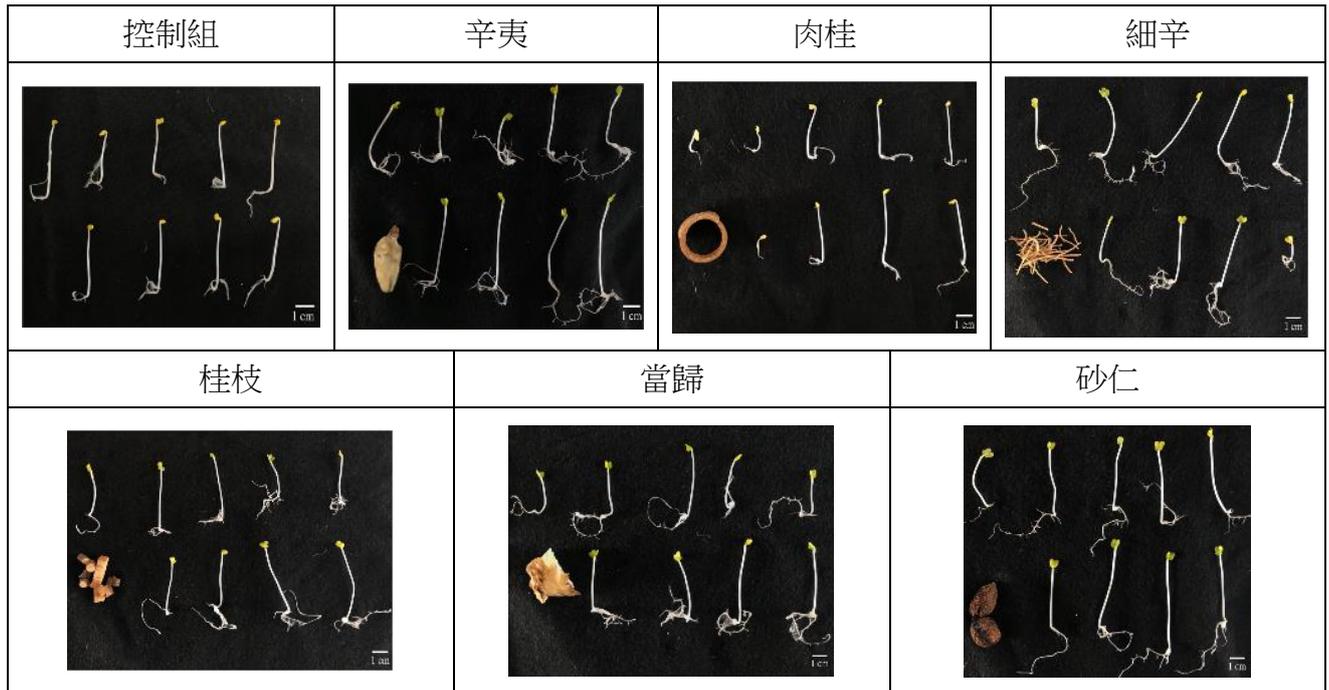
- (1) 利用微量電子天平秤出 0.05g、0.15g、0.3g 的肉桂粉，分別裝入離心管中，加入 100 ml 的純水。
- (2) 將離心管中的肉桂粉與水充分混合，接著再用濾紙捲成漏斗狀，過濾沉澱的肉桂粉，將離心管中的水溶液過濾成無雜質的肉桂水，分別配出濃度 0.05%、0.15%、0.3% 的肉桂水溶液。
- (3) 接著依順序在空的 9 cm 培養皿中倒入 2 ml 肉桂水。
- (4) 放入 7 cm 濾紙，接著放入 10 顆小白菜種子。
- (5) 放置三天後，觀察發芽情形，並記錄發芽率。
- (6) 再放置三天後，收六天大之小白菜幼苗作為實驗結果，將幼苗由大到小排列整齊拍照，並測量其莖長及根長。

伍、實驗結果

一、中藥的氣味對植物的影響

(一) 不同中藥氣味對植物的影響

中藥的氣味好不好聞因人而異，人類能明確表達出喜不喜歡中藥，然而我們不知道植物對於中藥氣味的反應，因此本實驗的目的是為了解中藥氣味對植物之影響。我們選擇使用常見的蔬菜—小白菜來做這個實驗。



圖六：不同中藥氣味對小白菜的影響

表一：不同種中藥氣味對小白菜的影響

(1) 控制組之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

4.57±0.115	4.5±0	4.63±0.115	4.5±0.5	4.52±0.265
無	4.17±0.289	4.3±0.2	4.53±0.058	4.67±0.611

(2) 與辛夷氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3.53±0.503	4.65±0.495	4.9±0.424	4.93±0.808	3.7±0.436
辛夷放置處	4.43±0.208	5.13±0.153	4.83±0.462	5.25±0.354

(3) 與肉桂氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

1.05±0.071	1.8±0.99	3.8±0.2	4.1±0.557	4.27±0.643
肉桂放置處	1.73±0.751	4.7±0.693	4.73±0.058	4.47±0.451

(4)與細辛氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

2.5±0.707	3±0.142	3±0.141	3.75±0.354	4.2±0.283
細辛放置處	2.85±0.212	2.65±0.495	3.95±0.778	2.65±0.495

(5)與桂枝氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3.65±0.071	4.55±0.071	4.65±0.071	3.75±0.354	4.95±0.495
桂枝放置處	3.7±0.424	4.3±0.707	5.1±0.141	4.9±0.849

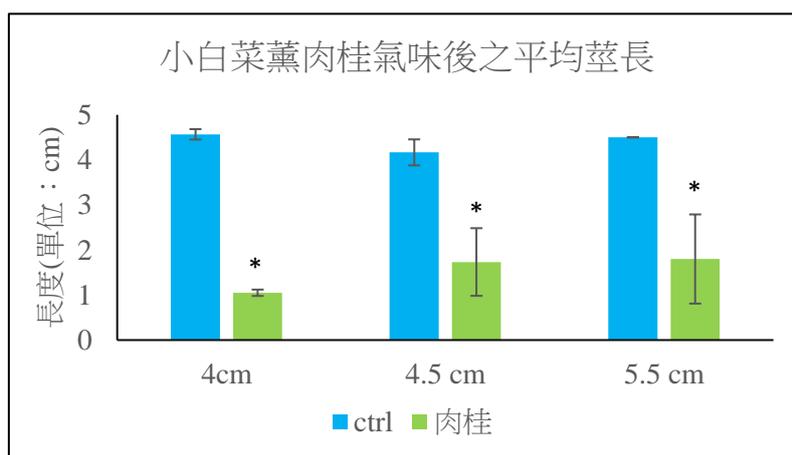
(6)與當歸氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3±0.141	3.7±0.707	4.65±0.071	3.75±0.354	4.45±1.202
當歸放置處	3.85±0.424	4.3±0.707	5.1±0.141	5.15±1.202

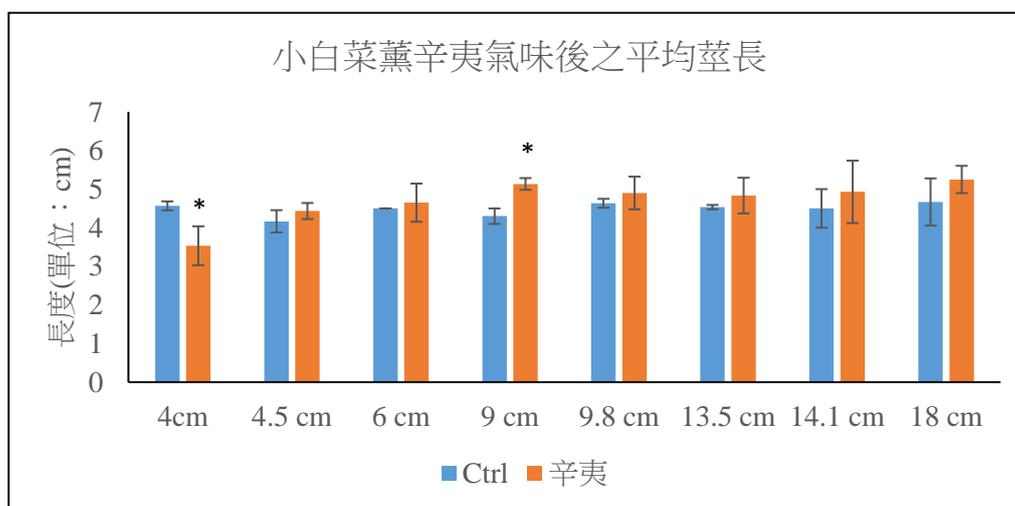
(7)與砂仁氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3.5±0.141	4±0.141	4±0.212	4.5±0.141	4.8±0.141
砂仁放置處	4±0.354	5±0.141	5.5±0.212	4±0.141

表二：位於蛋盒前三格肉桂氣味對小白菜莖長的影響(平均莖長直方圖)



表三：位於蛋盒前三格辛夷氣味對小白菜莖長的影響(平均莖長直方圖)



經過多次重覆實驗和統計數據後，我們發現蛋盒中有辛夷的小白菜長得較控制組稍佳，所以我們初步推測辛夷的氣味似乎有幫助小白菜生長的效果。經數據統計後(表一標示紅字者)，結果顯示在距離辛夷 9 公分處的植株，莖長有明顯的增長，其他距離亦同樣較控制組稍高。而距離辛夷 4 公分處的植株顯著較控制組矮小，說明辛夷氣味濃度太高會抑制植物生長，濃度低則具有些微促進的效果。

此外，本次實驗的結果亦顯示，在距離肉桂 4 公分、4.5 公分、5.5 公分的植株(表一標示紅字者)，小白菜莖長均和控制組有顯著差異，植株大小會顯著小於控制組，於是我們初步推測肉桂有抑制小白菜生長的效果。而其他中藥的數據由於沒有辛夷和肉桂的數據一樣突出，因此只提取辛夷和肉桂來進行後期實驗。

(二) 不同中藥擺放的位置差異對植物的影響

我們發現距離中藥較遠的小白菜和距離中藥較近的小白菜有些許差別，距離肉桂較遠的植物和控制組無顯著差異，但距離肉桂較近的小白菜莖長均和控制組有顯著差異，植株大小會顯著小於控制組，距離辛夷較近的小白菜顯著小於控制組，而較中間位置的小白菜也顯著大於控制組，其他距離皆無顯著差異。為了得知中藥擺放位置及中藥氣味的濃度是否會影響植株生長結果，因此我們將擺放中藥的位置改成擺放在中間位置。



圖七：中藥擺放植物對小白菜的影響

表四：中藥擺放位置對小白菜影響的結果

(1) 控制組之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3.2±0.283	3.35±0.495	3.85±0.212	3.05±0.071	3.25±0.071
3.35±0.354	3.7±0.424	無	3.35±0.212	3.2±0.283

(2) 與辛夷氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3.675±0.443	3.65±0.742	3.4±0.712	3.225±0.34	3.475±0.885
3.675±0.465	3.9±0.92	辛夷	3.825±0.881	3.775±0.704

(3) 與肉桂氣味共培養之小白菜平均莖長結果(單位 cm)

3.25±0.896	3.15±0.575	2.625±0.45*	3.25±0.48	3.275±0.427
3.125±0.629	2.15±0.645*	肉桂	2.225±0.512*	3.475±0.403

經過數據統計後，結果顯示當中藥放置於中間時整體植株的生長的確有較平均的趨勢，這證實了我們在實驗前的猜測，因中藥放置於角落氣味散發濃度不均使植株距離中藥的遠近影響生長。在距離肉桂 4 公分、4.5 公分、4.5 公分處的植株(表四標示紅字者)，植株大小均顯著小於控制組，經過上一次的實驗及本次的實驗統計，得出肉桂的氣味確實擁有顯著抑制植株生長的效果。

而辛夷的結果與前一個實驗相符，除了距離 4 公分處的植株會較控制組小，剩下的其他位置之小白菜莖長都較控制組稍長，比對過前兩次的實驗結果，中藥的氣味和中藥擺放位置兩者的數據，我們發現辛夷的數據其實與控制組的數據無顯著差異，後期的數據看起來也較凌亂，所以我們並沒有再使用辛夷進行之後的實驗，後續實驗以肉桂為主。

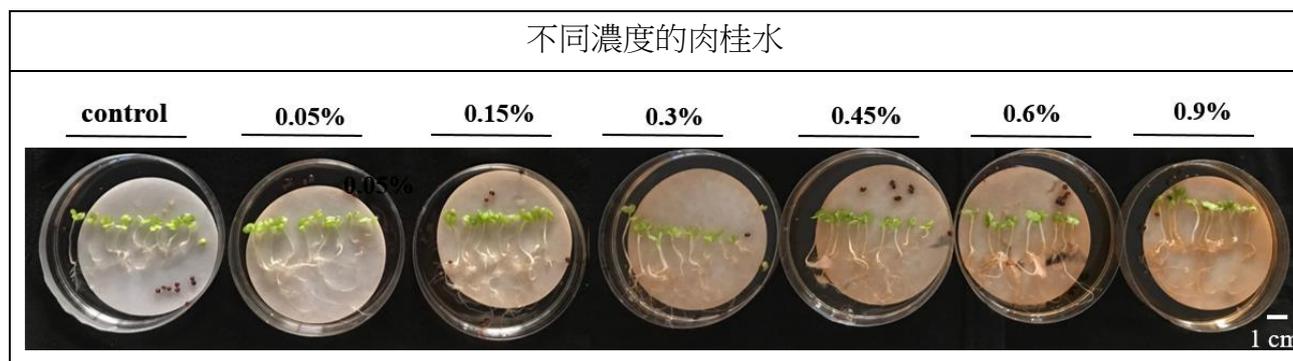
二、中藥水對植物的影響

(一) 不同濃度中藥水對植物的影響

前兩次的實驗是利用氣味來看中藥是否會對植物的生長產生影響。但後來我們發現一個問題，因氣味會擴散開來，且會隨著風向來改變氣味在不同區域的濃度，若未來想應用在大片農田裡來幫助植物生長，實用性較低。為了提高本研究的實用程度，因此我們想嘗試像灑農藥或施用水肥的方式，灑中藥水來幫助植物生長或抑制植物生長。

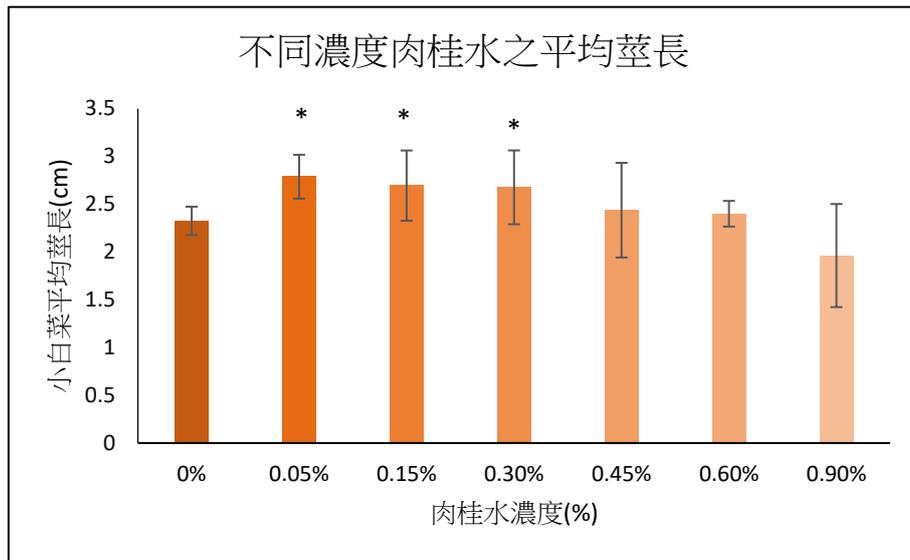
表五：不同濃度肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

肉桂水濃度(%)						
0%	0.05%	0.15%	0.30%	0.45%	0.60%	0.90%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%



圖八：不同濃度的中藥水對植物影響

表六：不同濃度的中藥水對小白菜莖長的影響(平均莖長直方圖)



在不同濃度的中藥水中，其中添加 0.05%、0.15% 及 0.3% 濃度的中藥水，其小白菜植株莖長皆顯著較控制組長，因此本次實驗結果證實少量的肉桂是可以顯著促進小白菜生長。

而肉桂水濃度較高的 0.45%、0.6% 及 0.9% 的植物在生長上和 control 組的長度差異不大，依實驗結果來看，我們發現在 0.3% 以後並沒有明顯差異，所以在之後的實驗我們只選擇 0.3% 以後的濃度來進行研究。

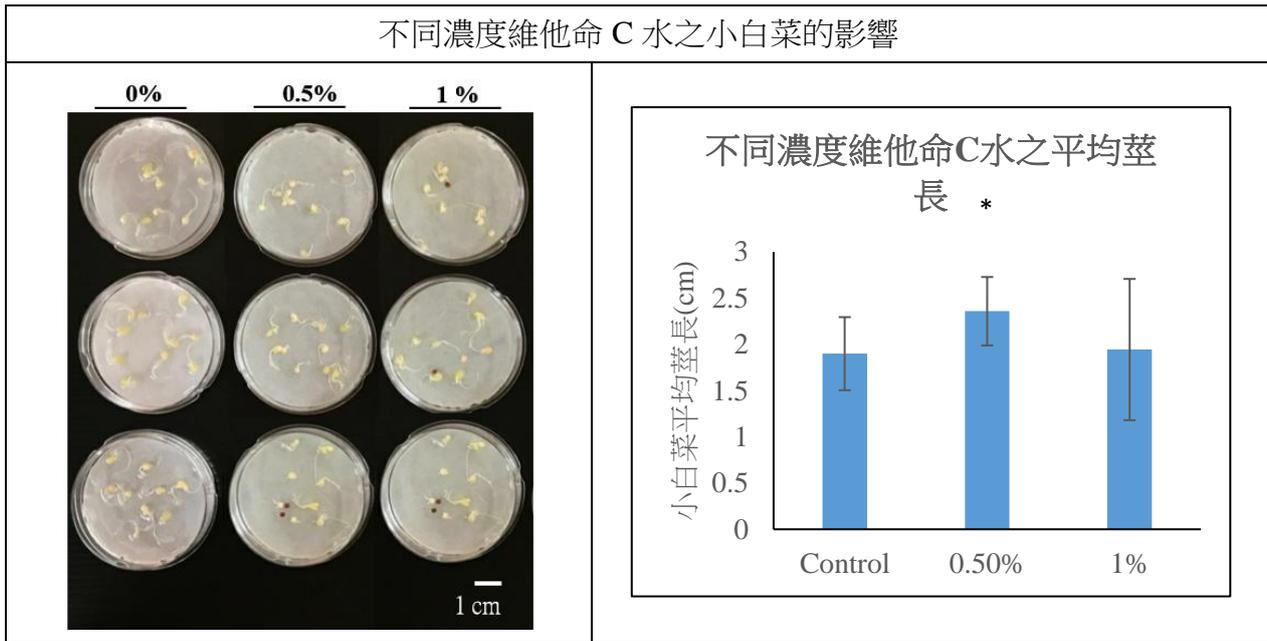
(二) 不同濃度維他命 C 水對植物的影響

根據英國埃克塞特大學和日本 Shimane 大學的研究人員對維他命 C 水的研究，顯示維他命 C 水可以幫助植株抵抗乾旱、臭氧及紫外線等環境壓力，也可使植株生長得更好。但是研究並沒有明確指出何種濃度的維他命 C 水對植株的生長而言為最佳，於是在本次實驗中我們先測試何種維他命 C 水的濃度對植株生長的益處最高。

表七：不同濃度維他命 C 水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

維他命 C 水濃度(%)		
0%	0.5%	1%
100%	100%	80%

表八：不同濃度維他命 C 水之小白菜的影響



結果顯示，當添加 0.5% 的維他命 C 水溶液，可以讓小白菜種子全數發芽，此外在莖長的部分，也顯著較控制組長；而添加 1% 維他命 C 水溶液，則只有 80% 的小白菜種子會發芽，在植株根長的部分，則幾乎與控制組相等，沒有促進植物生長的作用。

本實驗證實了維他命 C 水溶液的濃度對植物會造成不同的影響，雖然過去的文獻指出維他命 C 有助於植物生長，但當維他命 C 水溶液濃度過高時則無效。實驗結果指出，0.5% 維他命 C 水溶液可顯著促進植物生長。因此我們決定選用 0.5% 維他命 C 水來進行後續實驗。

(三) 0.5% 維他命 C 水加不同濃度中藥水對植物的影響

前兩次的實驗，結果顯示 0.05%、0.15%、0.3% 濃度的肉桂水擁有促進植株生長的效果，以及 0.5% 濃度的維他命 C 水相較於 1% 濃度的維他命 C 水可使植株生長得較好，如果將能使植株生長得較好濃度的肉桂水及維他命 C 水兩者混合會不會能使植物生長得更茁壯呢？又或者會正正得負形成反效果？於是我們提取能使植株生長得較好濃度的肉桂水及維他命 C 水來做本次實驗。

此外，從本次實驗開始，我們也增加了根長的測量，因為根是最早接觸肉桂水及維他命 C 水的部位，根也是植物用來吸收水分及礦物質的部位，因此我們想知道本實驗對根長是否有影響。

表九：0.5%維他命 C 水加不同濃度肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

維他命 C 水 濃度(%)	肉桂水濃度(%)		
	0.05%	0.15%	0.30%
0%	100%	100%	100%
0.50%	100%	100%	100%

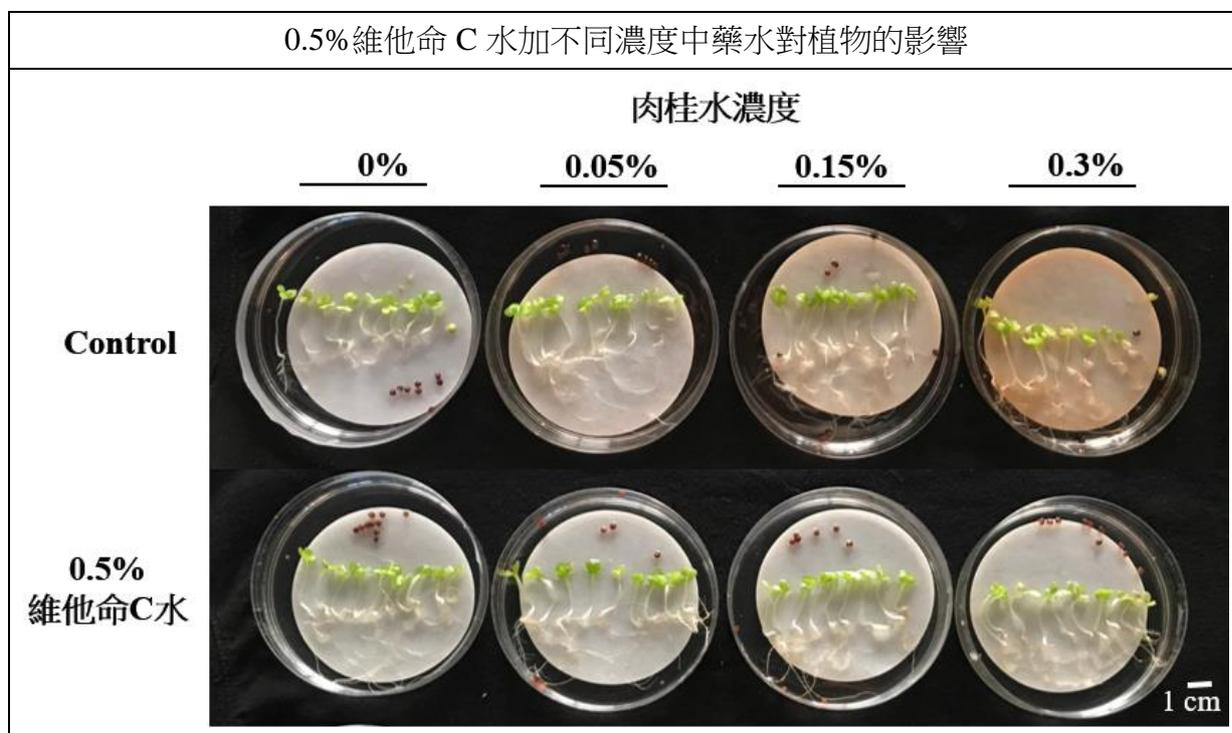
表十：0.5%維他命 C 水加不同濃度的中藥水對植物莖長的影響

維他命 C 水濃 度(%)	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
0%	2.175±0.171	2.371±0.211b	2.4±0.141b	2.75±0.335b
0.50%	2.188±0.176	2.075±0.12a	2.125±0.083a	2.3±0.26a

※同肉桂水濃度，不同維他命 C 水濃度有顯著差異者，以 a 註記。

※不同肉桂水濃度，同維他命 C 水濃度有顯著差異者，以 b 註記。

※小白菜平均莖長以 cm 表示。



圖九：0.5%維他命 C 水加不同濃度中藥水對植物的影響

表十一：0.5%維他命 C 水加不同濃度的中藥水對植物根長的影響

維他命 C 水濃度 (%)	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
0%	7.15±1.424	8.583±1.559	6.357±0.865	6.217±1.818
0.50%	5.7±1.676	5.116±1.077a	5.001±0.383a	2.513±0.975ab

※同肉桂水濃度，不同維他命 C 水濃度有顯著差異者，以 a 註記。

※不同肉桂水濃度，同維他命 C 水濃度有顯著差異者，以 b 註記。

※小白菜平均莖長以 cm 表示。

實驗結果顯示，在未添加維他命 C 水的情況之下，不同肉桂水濃度的莖長顯著長於控制組(表十標示紅字者)，而在添加了 0.5% 維他命 C 水及不同濃度的肉桂水後，莖長卻反而顯著小於控制組(表十標示藍字者)，由此得知，0.5% 維他命 C 水加不同濃度的肉桂水對植株的生長都是有害的。實驗說明了將能使植株生長得較好濃度的肉桂水及維他命 C 水混合會對植株產生正正得負的效果，即使會使小白菜種子全數發芽，但在小白菜生長過程中也不會使植株生長得更加茁壯。

而根長的結果顯示，加了 0.5% 維他命 C 水後，添加不同濃度的肉桂水並不會對根長產生顯著的影響(表十一標示紅字者)，此結果和莖長的實驗結果相同，只要添加了不同濃度肉桂水，根長都顯著小於控制組。

另外實驗結果也顯示同時添加維他命 C 水和 0.3% 肉桂水，根長會顯著小於控制組及未添加維他命 C 水的 0.3% 肉桂水，這個結果證實了我們對於根長影響的猜測，植株的根吸收了 0.5% 維他命 C 水及不同濃度肉桂水後，會比莖長的影響更大。也再一次證實了即使能讓植株生長得較好濃度的肉桂水及維他命 C 水混合也可能會對植株產生正正得負的效果，並不會使植株生長得更加茁壯及健康，反而對植株有害。

(四) 不同濃度鹽水加不同濃度中藥水對小白菜的影響

經過前兩次的實驗我們推測肉桂水對小白菜的生長有促進效果，但將肉桂水與同樣有益植物生長的維他命 C 水添加在一起，則對植物不再具有促進效果。

有一次戶外教學到台江國家公園參觀，老師有提到台江的地質屬於鹽分含量較高的土壤，我們已知鹽對植物來說是一個逆境，前述實驗證實同樣有益植物生長的物質加在一起卻造成正正得負的效果，那鹽和肉桂水添加在一起，會不會有正負得正的效果呢？而鹽的逆境是否會蓋過肉桂少量的促進呢？所以我們使用不同濃度的鹽水及不同濃度的肉桂水來進行本次實驗。

表十二：不同濃度鹽水加不同濃度肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：發芽率)

肉桂水濃度 (%)	鹽水濃度(%)				
	0%	0.30%	0.60%	0.90%	1.20%
0%	100%	95%	90%	85%	55%
0.05%	100%	100%	95%	85%	75%
0.15%	100%	100%	100%	80%	70%
0.30%	100%	100%	100%	85%	55%

表十三：不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水對植物莖長和根長的影響

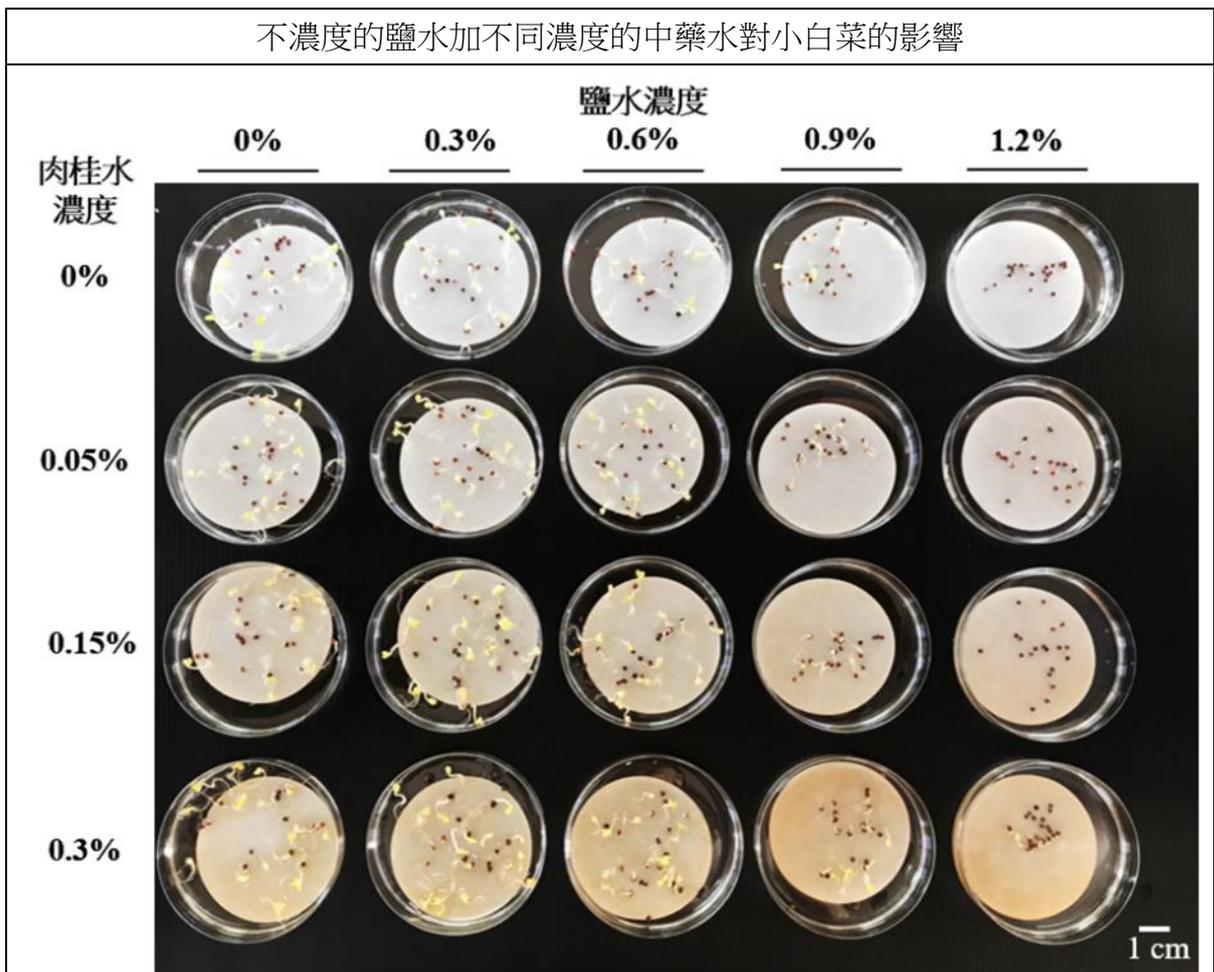
肉桂水濃度 (%)	鹽水濃度(%)				
	0%	0.30%	0.60%	0.90%	1.20%
0%	2.84±0.169	4.73±0.319 ^a	2.41±0.396 ^a	1.61±0.137 ^a	0.63±0.200 ^a
0.05%	3.46±0.150 ^b	4.91±0.398 ^a	1.94±0.303 ^{ab}	1.63±0.119 ^a	1.18±0.117 ^{ab}
0.15%	3.36±0.237 ^b	4.76±0.206 ^a	2.4±0.297 ^a	1.27±0.335 ^{ab}	1.19±0.239 ^{ab}
0.30%	3.3±0.148 ^b	5.14±0.349 ^{ab}	2.75±0.398 ^a	1.6±0.141 ^a	0.36±0.254 ^{ab}

※同肉桂水濃度，不同鹽水濃度有顯著差異者，以 a 註記。

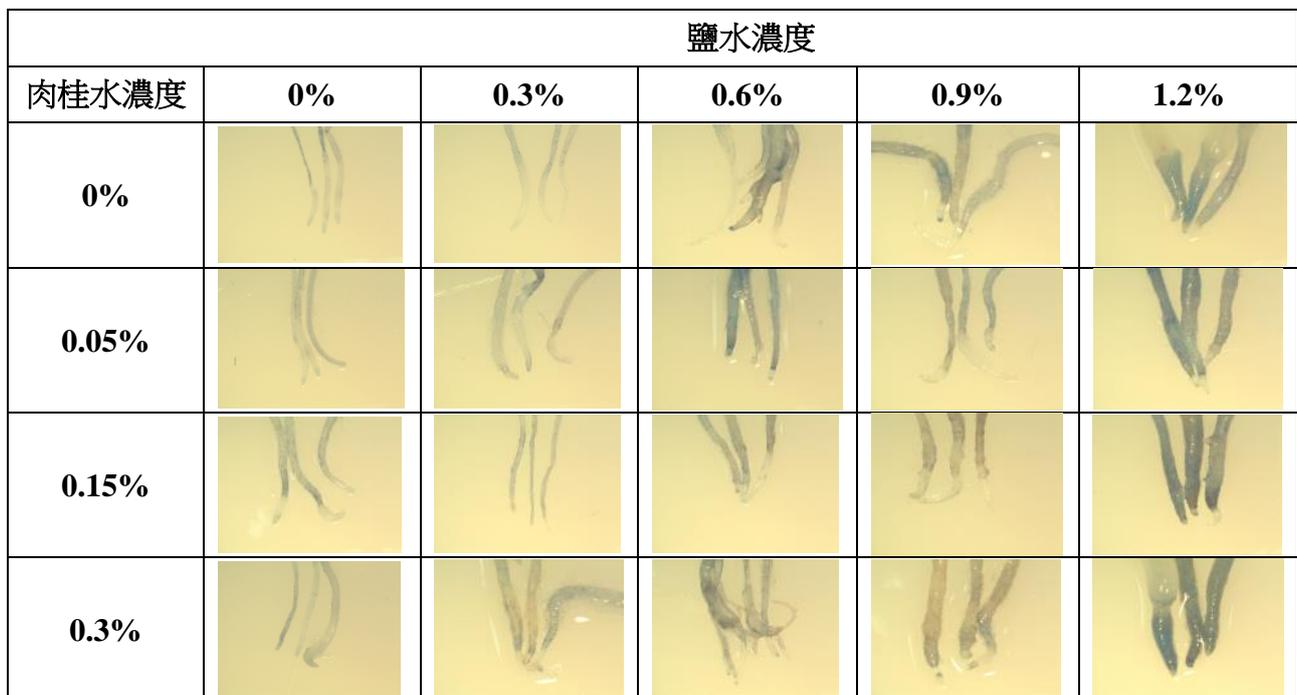
※不同肉桂水濃度，同鹽水濃度有顯著差異者，以 b 註記。

※小白菜平均莖長以 cm 表示。

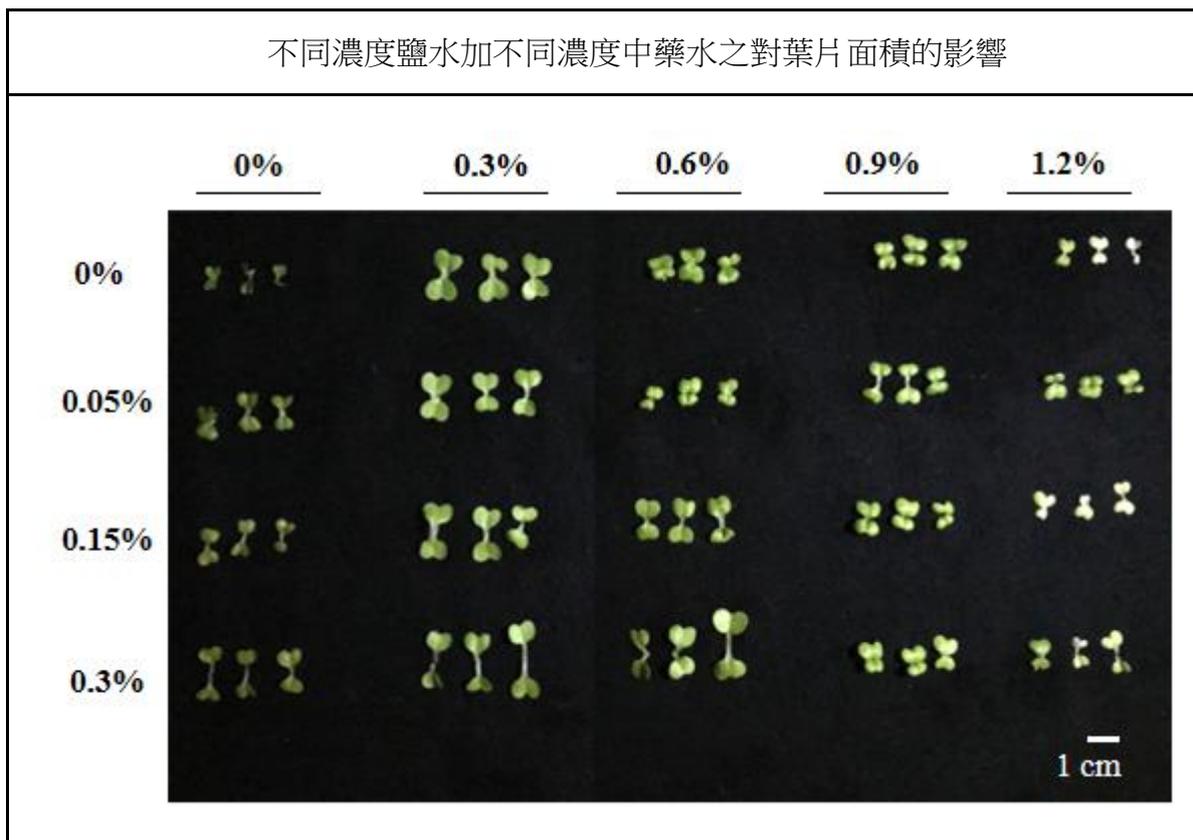
根長 肉桂水濃度 (%)	鹽水濃度(%)				
	0%	0.30%	0.60%	0.90%	1.20%
0%	5.35±2.012	4.54±1.612	1.11±0.555	0.45±0.159	0.39±0.178
0.05%	5.85±2.381	3.63±1.735	1.19±0.527	0.48±0.366	0.18±0.090
0.15%	3.74±2.148	3.17±1.511	0.72±0.217	0.49±0.211	0.44±0.154
0.30%	4.07±2.005	2.50±1.683	0.7±0.309	0.57±0.360	0.45±0.163



圖十：不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水對小白菜的影響



圖十一：不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水對小白菜根部死亡程度的影響



圖十二：不同濃度的鹽水加不同濃度的中藥水對小白菜葉片的

經過肉眼觀察和統計數據的結果，我們發現添加 1.2%的鹽水和任何濃度的肉桂水發芽率為所有濃度中最差的，結果顯示鹽水的濃度越高，種子的發芽率越低，但若添加了 0.05%和 0.15%的肉桂水，則可以提高小白菜的發芽率(表十二標示紅字者)。

實驗結果顯示小白菜平均莖長在 0.3%的鹽水有顯著促進效果，且加入不同濃度的肉桂水生長情形皆較控制組為佳，結果顯示在加入 0.3%鹽水及 0.3%肉桂水時平均莖長達 5.14 公分(表十三標示藍字者)，顯著高於控制組的莖長。

而小白菜平均莖長在 1.2%的鹽水中有明顯抑制效果，無論有無添加肉桂水，皆顯著小於未添加鹽水的數據，但當 1.2%鹽水中添加了 0.05%和 0.15%的肉桂水，則可顯著減緩植物受抑制的情況(表十三標示紅字者)，實驗結果顯示，當添加了 0.05%和 0.15%的肉桂水，莖長分別為 1.18 公分及 1.19 公分，皆顯著長於未添加肉桂水的 0.63 公分。此外在葉片大小的觀察中，亦可以看到同樣趨勢，透過照片中可發現當添加 0.3%肉桂水時，葉面積在 0%、0.3%、0.6%鹽水時都較其他肉桂水濃度的葉片面積大。

透過實驗也發現到一個有趣的現象，當植物泡在 0.05%肉桂水及 0.6%鹽水、0.15%肉桂水及 0.9%鹽水、0.3%肉桂水及 1.2%鹽水這三種組合時，莖長會顯著受到抑制。目前我們尚未釐清其機制，將可於未來做後續研究了解其原因。

本次實驗證實了我們的猜想，由 1.2%的鹽水加不同濃度肉桂水的實驗中，說明了肉桂水確實有抑制鹽逆境的效果，兩種物質的碰撞會導致正負得正的效果。此外，由 0.3%的鹽水加不同濃度肉桂水的實驗中也發現少量鹽水能幫助小白菜生長，且 0.3%鹽水加上 0.3%肉桂水最能顯著促進小白菜生長。

根長和莖長有類似的結果，根長的結果顯示 0.3%濃度的肉桂水添加 0.9%及 1.2%濃度的鹽水，小白菜根長皆長於控制組。

為確認肉桂水和鹽水對於植物根部是否有傷害，我們另外進行了根部細胞死亡的染色實驗來觀察其結果，顏色越深表示死亡的細胞越多。結果顯示，肉桂水濃度的高低皆不會造成植物根部死亡；而鹽水則隨濃度上升，小白菜根部死亡情形越嚴重，在 1.2%鹽水濃度時，無論有無添加肉桂水根部皆嚴重死亡。由此可知，1.2%鹽水濃度不僅會對植株生長情況有害，更對植株的根部細胞死亡而不論何種濃度的肉桂水都無法減緩其傷害。

透過本實驗結果，我們發現肉桂水確實可以減緩植物對鹽逆境的傷害，在 0.6%鹽水及 0.9%鹽水的根部染色成果，可觀察到當有添加肉桂水時，根部死亡程度較低，且當肉桂水濃度在越高，越可抑制小白菜的根部死亡。

陸、科展市賽後進階研究結果

(一) 不同濃度的中藥水在熱逆境中對植物的影響

因全球暖化，各地的氣溫逐漸上升，台灣的氣溫也日漸上升。我們已知肉桂水可協助小白菜抵抗鹽逆境，為了研究肉桂水對於其他逆境的影響，我們進行了熱逆境的研究。我們找尋相關文獻，發現小白菜的生長若超過 30°C 生長便會變得緩慢，我們好奇小白菜吸收了肉桂水後，是否會因肉桂水中的某些物質而變得較耐熱呢？因此我們將控溫箱的平均氣溫設置於 30 至 31 度之間觀察其莖長及根長。

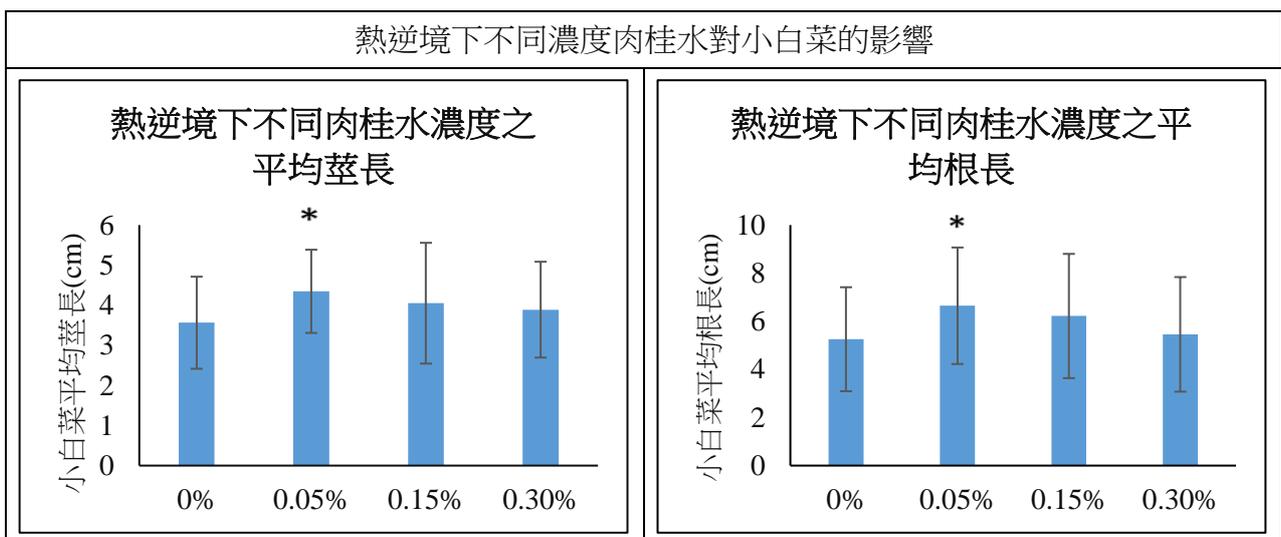
結果顯示，在熱逆境中，無論是否添加肉桂水種子皆全數發芽。接著我們調查小白菜莖長及根長的結果，數據顯示當添加 0.05% 濃度的肉桂水莖長顯著長於控制組，其他濃度則無顯著差異，而根長的結果與莖長相同。

透過本實驗結果，我們證實低濃度肉桂水可以顯著促進小白菜在熱逆境下的生長情況，但隨著濃度提高，促進生長的效果漸緩。

表十四：熱逆境下不同濃度的肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

熱逆境	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	100%	100%	100%	100%

表十五：熱逆境下不同濃度的中藥水對植物莖長和根長的影響



(二) 不同濃度的中藥水在寒逆境中對植物的影響

經過熱逆境的研究後，我們想知道小白菜在寒逆境的情況下，肉桂水是否能提高小白菜的耐受力。文獻顯示小白菜長溫度若低於 5 度會停止生長，因此我們將保冷箱的平均氣溫設置 5°C 觀察其莖長及根長。

發芽率的結果顯示，多數種子皆未發芽，證實了文獻中所提到的若氣溫低於 5 度小白菜會較不易發芽，且不論何種肉桂水濃度皆無法提高其發芽率，甚至有抑制發芽的情形。

表十六：寒逆境下不同濃度的肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

寒逆境	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	83%	47%	37%	53%

(三) 不同濃度的中藥水在乾旱逆境中對植物的影響

近年台灣天氣起伏不定，雨季及乾季氣候分明，超過一個月沒下雨已是台灣常態，有時平均雨量甚至不足 1 毫米，為了解肉桂水在各種台灣氣候下能否對小白菜生長有幫助，本實驗將測試肉桂水是否能提高植物在乾旱逆境中的存活率。

實驗結果顯示，在乾旱逆境中無論是否添加肉桂水，發芽率皆為 100%，而存活率的結果顯示，0.05%和 0.15%的肉桂水可使植株在乾旱逆境中存活較佳，且施用 0.15%濃度的肉桂水存活數量更高達一半以上。

表十七：乾旱逆境下不同濃度的肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

乾旱逆境	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	100%	100%	100%	100%

表十八：乾旱逆境下不同濃度的肉桂水之小白菜存活率結果(單位：百分比)

乾旱逆境	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
存活率	24%	38%	57%	19%

(四) 不同濃度的中藥水在淹水逆境中對植物的影響

前述結果已知，肉桂水在熱逆境、乾旱逆境中皆可改善小白菜生長的情形，而在寒逆境中，則會加劇逆境對植物的負面影響。由於台灣地形特殊、高山坡度陡峻、颱風豪雨雨勢急促，經常造成田野淹水的情形，因此本次實驗將測試肉桂水濃度在淹水逆境中，對植物生長的影響。

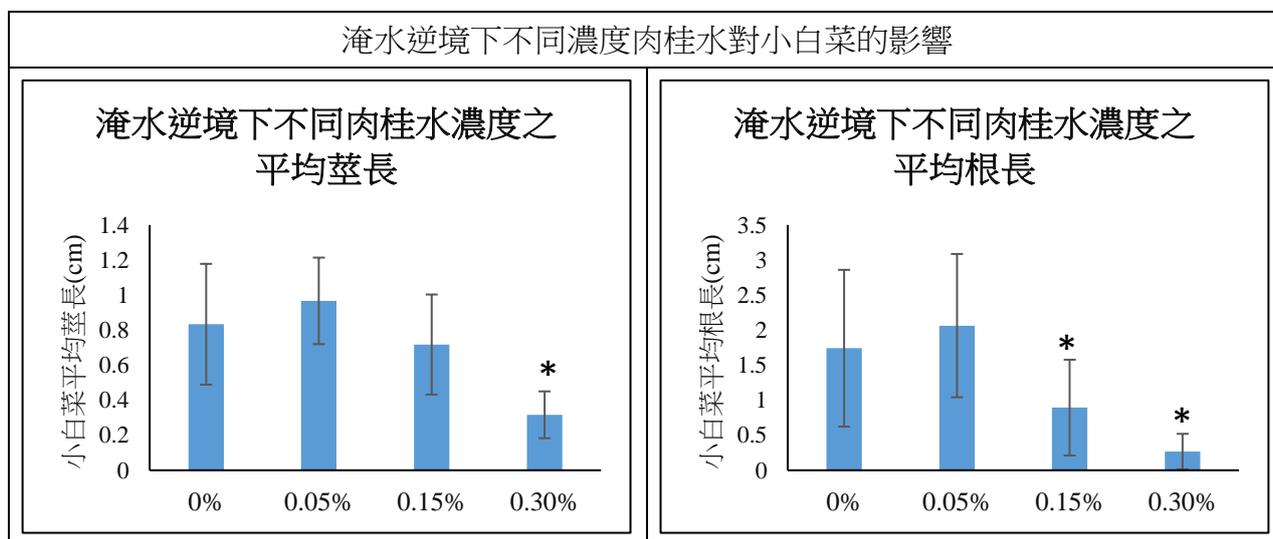
結果顯示，發芽率的部分 0.05% 的肉桂水有些微促進的效果，但 0.15% 及 0.3% 濃度的肉桂水卻顯著小於控制組。而莖長的結果顯示，0.05% 濃度的肉桂水些微促進植株生長，0.3% 濃度的肉桂水則顯著小於控制組。說明微量的肉桂水可能幫助小白菜抵抗淹水，但是隨著濃度提高，則會有抑制的情況。

而根長的結果與莖長相同，在 0.05% 濃度的肉桂水可些微促進植株根長的生長，而 0.15% 及 0.3% 濃度的肉桂水則顯著小於控制組。

表十九：淹水逆境下不同濃度的肉桂水之小白菜發芽率結果(單位：百分比)

淹水逆境	肉桂水濃度(%)			
	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	87%	93%	47%	17%

表二十：淹水逆境下不同濃度的中藥水對植物莖長和根長的影響



透過上述進階實驗，我們發現肉桂水不只能促進小白菜抵抗鹽逆境，在熱逆境和乾旱逆境下，也有顯著促進小白菜抵抗逆境的能力。而在淹水逆境中，雖然 0.05% 的肉桂水濃度有些微促進的效果，過高則會抑制生長。至於寒逆境中，肉桂水反而會抑制小白菜發芽。

柒、討論

本研究是為了瞭解中藥用不同形式對植物的影響。在第一個實驗是為了探討中藥以氣味形式對植物的影響為何，在實驗當中我們發現，在不同種中藥當中薰辛夷氣味的植株生長情況較佳，於是我們初步推測辛夷的氣味擁有幫助植株生長的效果，統計數據後結果顯示，在距離辛夷 9 公分處的植株，莖長有明顯的增長，其他距離亦同樣較控制組高但與控制組無明顯差異。而距離辛夷 4 公分處的植株顯著較控制組矮小，此結果說明辛夷氣味濃度太高會抑制植物生長，濃度低則具有些微促進的效果。此外肉桂也引起我們的興趣，相較於其他中藥肉桂的氣味是使植株生長情況最為差的中藥，而距離肉桂較遠的植株生長情形與控制組並無差異，而距離肉桂 4 公分、4.5 公分及 5.5 公分處的植株生長情況顯著較於控制組矮小，於是我們初步推測肉桂的氣味擁有抑制植株生長的效果。

接著第二個實驗是為了探討中藥擺放位置是否會對植物產生影響，在第一個實驗中我們發現植株的生長極為不平均，距離肉桂較近的植株生長較矮，而距離較遠的植株生長較高，可見是因為某種原因的影響而導致生長不平均，於是我們推測中藥氣味的濃度會對植株的生長產生影響。實驗結果顯示，距離肉桂 4 公分、4.5 公分、4.5 公分處的植株，植株大小均顯著小於控制組，經過上一個實驗及本次的實驗統計，得出肉桂的氣味確實擁有顯著抑制植株生長的效果，且氣味越濃抑制效果越佳。但本次實驗結果顯示辛夷和控制組無顯著差異，因此在後續實驗捨棄辛夷作為實驗材料。

我們設計第三個實驗，是基於中藥氣味應用於田間的實用性不足，因此我們改以溶液的方式，探討中藥水溶液對植株的生長產生的影響。實驗結果顯示，0.05%、0.15%及 0.3%濃度的肉桂水顯著大於控制組，而 0.3%以後濃度更高的肉桂水和控制組並無顯著差異，因此我們得出在 0.3%肉桂水以內的濃度可幫助植株的生長，0.3%肉桂水以後更濃的濃度並無影響。因此我們並沒有再利用更濃的肉桂水來做後續實驗。此結果讓我們連結到國一上生物課時，老師有提到植物是透過根毛行滲透作用吸收水和無機物，因此推測是 0.3%肉桂水以後的濃度過濃造成植物根部無法進行滲透作用吸收到足夠的水份而導致植株生長情況較差。此外我們在學習第二章養分時，也學到生物需要適量的營養才能幫助其生長，當攝取過多或過少養分對生物而言都不有利，因此也有可能是因為肉桂水濃度過高對於植物造成負面影響，適量的濃度才對植株生長有利。

根據上述實驗結果，我們已知肉桂水有助於小白菜生長，於是我們想了解如果同樣施用兩種有利植物生長的物質，能否使小白菜生長的更好。我們查到英國大學及日本大學的研究表示維他命 C 水有助於植株的生長，但研究並無明確指出何種濃度的維他命 C 水能有助於植株的生長，於是第四個實驗將探討何種維他命 C 水的濃度可顯著促進植物生長，並預計使用該濃度來進行後續研究。

實驗結果顯示，當添加 0.5% 的維他命 C 水溶液，可以使小白菜種子全數發芽，此外在莖長的部分，也顯著較控制組長；而添加 1% 維他命 C 水溶液，則只有 80% 的小白菜種子會發芽，在植株根長的部分，則幾乎與控制組相等，沒有促進植物生長的作用。雖然有研究指出維他命 C 水有助於植株的生長，但是在本次實驗說明了濃度過高的維他命 C 水並不會有助於植株的生長，小白菜有其最適生長的濃度。此結果與第三個實驗的數據相符合，顯示小白菜需要適量的濃度才對植株的生長有利。

因為第三個實驗結果證實 0.05%、0.15%、0.3% 肉桂水有助於植株生長，而第四個實驗結果則顯示 0.5% 維他命 C 水同樣有助於植株生長，而若將兩者混合是否會有加倍促進的效果，因此第五個實驗是為了探討兩者都有助於植株生長的濃度混合是否有更佳的效果。

實驗結果顯示在未添加維他命 C 水的情況之下，不同肉桂水濃度的小白菜莖長皆顯著長於控制組，而在添加了 0.5% 維他命 C 水及不同濃度的肉桂水後，莖長的促進效果卻消失，可見 0.5% 維他命 C 水加不同濃度的肉桂水反而會抑制植株生長。我們已知 0.5% 維他命 C 水以後的濃度過濃，0.3% 以後的濃度也過高，實驗數據顯示其實微量濃度的水溶液才能夠促進植株生長，或許是因為當肉桂水和維他命 C 水混合後，兩者相加起來的濃度太高，植株的根部無法吸收到足夠的水分，反而使植株生長情況變差，此結果也說明了即使兩者都有利於植株生長的物質混合，也不一定會使植株的生長情況更佳。

由於第五個實驗顯示即使兩者都是有利於植株生長的物質混合並不會使植株的生長情況更佳，因此我們改使用會使植株生長較差的物質來做第六個實驗，以了解如果添加一個對植物有益的物質以及一個對植物有害的物質，會導致什麼樣的結果。在第六個實驗中，我們選擇鹽來當作實驗材料。鹽對植物來說是種逆境，因此本次實驗將探討會使植株生長較差的鹽水和使植株生長較好的肉桂水混合會對植株產生的影響。

實驗結果顯示，1.2% 的鹽水發芽率最差，不論有無添加肉桂水，鹽水濃度越高則發芽率越低。接著我們觀察 6 天大的小白菜植株，發現小白菜平均莖長在 0.3% 的鹽水有顯著促進效果，且加入不同濃度的肉桂水生長情形皆較控制組為佳，結果顯示在加入 0.3% 鹽水及 0.3% 肉桂水時平均莖長達 5.14 公分，顯著高於控制組的莖長。而小白菜平均莖長在 1.2% 的鹽水中有明顯抑制效果，無論肉桂水濃度為何，皆顯著小於未添加鹽水的數據。

但當在 1.2% 鹽水中添加 0.05% 和 0.15% 的肉桂水，則可顯著減緩植物在鹽逆境的傷害。實驗結果顯示，當添加了 0.05% 和 0.15% 的肉桂水，莖長分別為 1.18 公分及 1.19 公分，皆顯著長於未添加肉桂水的 0.63 公分。此外在葉片大小的觀察中，亦可以看到同樣趨勢。實驗結果證實，當添加 0.3% 肉桂水時，葉面積在 0%、0.3%、0.6% 鹽水時都較其他肉桂水濃度的葉片面積大。

另外透過本次實驗，我們發現很有趣的現象，當小白菜泡在 0.05% 肉桂水及 0.6% 鹽水、0.15% 肉桂水及 0.9% 鹽水、0.3% 肉桂水及 1.2% 鹽水這三種組合時，莖長都會顯著受到抑制。我們推論可能是因為鹽水的濃度過濃而蓋過肉桂水的促進效果，但此說法在 0.15% 肉桂水及

0.9%鹽水、0.3%肉桂水及 1.2%鹽水皆無法適用，又或是像第五個實驗結果一樣兩者混合一起濃度皆過高，但此說法在 0.05%肉桂水及 0.6%鹽水、0.15%肉桂水及 0.9%鹽水被反駁，此抑制情況若用兩者說法都無法解釋各有其矛盾，因為目前我們無法用我們有限的知識釐清其機制，這對我們而言成了一道無解之謎，將可於未來做後續研究了解其原因。

近日因全球暖化，各地氣溫皆有上升的趨勢，台灣所種植的植株大多都屬於溫熱帶植物，但是過高的溫度仍會造成植株得病或死亡。經過文獻資料的查詢後，我們發現小白菜的生長環境若超過 30°C，會使生長受到抑制，因此我們選擇熱逆境來進行實驗七。台灣南部的氣溫介於 14 至 34°C 間，為了解肉桂水是否能夠提高小白菜的耐熱程度，我們將控溫箱的平均溫度設於 30 至 31°C 之間，觀察肉桂水是否有助於小白菜在熱逆境中生長。

實驗結果顯示，種子皆全數發芽，而在莖長的部分 0.05% 的肉桂水顯著長於控制組，其他濃度的肉桂水皆無顯著差異，根長的部分與莖長有相同趨勢。研究結果證實，0.05% 濃度的肉桂水有助於小白菜在熱逆境中生長。

另外，我們在小白菜生長溫度的文獻中，也發現若氣溫低於 5°C，會使小白菜生長受到抑制，為了解肉桂水中是否有特別的物質能夠幫助小白菜抵抗寒冷，於是在實驗八中我們將保冷箱的溫度設置於 5°C，觀察肉桂水是否有助於小白菜在寒逆境中生長。實驗結果顯示，在寒逆境中的發芽率皆較控制組差，且肉桂水濃度越濃發芽率越低。研究成果指出不論何種濃度的肉桂水皆無法幫助小白菜抵抗寒逆境，且濃度越高種子越不易發芽。而中藥學指出肉桂對人體有散寒的功用，但實驗八的結果與此相反，有可能是我們所設定的小白菜生長溫度過低，文獻中的敘述溫度低於 5°C 小白菜不易發芽也不易生長。

台灣天氣起伏不定，雨季及乾季氣候分明，且高山坡度陡峻、颱風豪雨雨勢急促，經常造成田野淹水或是過於乾燥的情形，為了解肉桂水中會不會有甚麼物質能給予植株營養度過乾旱和淹水的逆境，於是，實驗九和十將測試肉桂水是否能使植物在此兩種極端逆境中生長的較好。

實驗九結果顯示，0.15% 濃度的肉桂水可使小白菜在乾旱逆境中存活率較佳，超過五成的小白菜皆在開蓋 8 小時後存活，而 0.3% 則越無法助於小白菜存活。推測是因為濃度較高，溶質太多，反而使植物體內的保水力較差。

若是長期將植株放置於過高的水位中可能會導致植物死亡。實驗十的結果顯示，0.05% 的肉桂水有些微促進種子發芽的效果，而 0.15% 及 0.3% 濃度的肉桂水卻顯著小於控制組。莖長的結果顯示，0.05% 濃度的肉桂水些微促進植株生長，0.3% 濃度的肉桂水則顯著小於控制組，根長有相似的趨勢。而在 0.3% 濃度的肉桂水，不論是發芽率、莖長或根長皆無法幫助小白菜在淹水逆境中生長的更佳，我們結合實驗三(測試何種濃度的肉桂水對植物生長較佳)的結果推測，在淹水逆境中小白菜放置於含大量 0.3% 濃度的肉桂水的容器中，會因為濃度過高，使植物生長受抑制。

捌、結論

一、中藥氣味對小白菜的影響

- (1) 多數中藥氣味對小白菜生長並無顯著影響。
- (2) 肉桂氣味可顯著抑制小白菜生長，且距離越近抑制效果越強。
- (3) 中藥氣味的濃度可影響植株生長。肉桂氣味濃度越濃會使植株生長情況越差，而辛夷氣味濃度太高會抑制植物生長，濃度低則具有些微促進的效果。

二、中藥水對小白菜的影響

- (1) 0.3%肉桂水以內的濃度可幫助小白菜生長，超過 0.3%肉桂水的濃度則無顯著差異。
- (2) 0.5%維他命 C 水可幫助植株生長，1%維他命 C 水則無顯著效果。
- (3) 肉桂水與 0.5%維他命 C 水共同添加於小白菜無法使植株的生長更好，反而擁有抑制植株生長的效果。
- (4) 當肉桂水與鹽水共存時，肉桂水可以顯著減緩鹽水對植株的傷害。
- (5) 肉桂水可使植株在熱逆境中生長較佳，0.05%的肉桂水尤其顯著。
- (6) 不論何種濃度的肉桂水皆無法幫助小白菜抵抗寒害逆境。
- (7) 0.15%的肉桂水時存活率較佳，而 0.3%的肉桂水則無法有助於小白菜存活。
- (8) 低濃度的肉桂水可協助小白菜抵抗淹水逆境，高濃度則會導致生長受抑制。

玖、未來展望

希望在本研究過後，能有其他人員來研究如何使用肉桂水的特性來減少農藥的施用，或是運用肉桂這種天然物質取代農藥，利用無害的方式來幫助植株生長及抑制雜草的生長，保護台灣這片土地的土質。此外，本研究也發現一些有趣但尚未探究出答案的現象，希望未來能繼續進行後續實驗，找出其原因，以解開肉桂水的未解之謎。

拾、參考文獻

1. 中藥材資料，取自 <https://library.hkbu.edu.hk/electronic/libdbs/mmd/index.html>
2. University of Exeter. (2007). Vitamin C Is Essential For Plant Growth. ScienceDaily. from <https://www.sciencedaily.com/releases/2007/09/070923205844.htm?fbclid=IwAR3Sjo6SlrnK9Un-keNVftx8BMwRPPlaStfBI4DwTdiJZxvGNEW16-X9IXI>
3. 葉思瑜、簡辰宇、黃皇民。2013。維生素 C 對植物的影響。中學生網站小論文。
4. 自然科編輯小組。2019。國中自然科學課本第一冊。康軒出版。

【評語】 030321

本作品是探討七種中藥對於植物生長的影響以及中藥是否能夠協助植物抗逆境，利用肉桂水分析對於小白菜生長的影響，發現低濃度的肉桂水會增加小白菜生長，但高濃度則反而抑制小白菜生長，0.3%的鹽水濃度下會增加小白菜發芽後的莖長。研究構思富有想像力，可惜研究內容的實用性不足。

建議：以中藥萃取液來當小白菜生長的營養因子似乎有些成本過於高昂的考量。研究中發現當小白菜靠近肉桂時其生長會受到抑制，但是辛夷則會些微增加小白菜生長，這個研究成果也許可以延伸研究是否將不同的植物混種會影響彼此得生長情形，以及不同植物之間的交互作用。

摘要

本研究先選用六種中藥氣味與小白菜進行共培養，並選擇肉桂進行後續研究。結果顯示肉桂氣味可抑制植株生長，且距離越遠，對植物影響越弱。

為提升實用性，我們將肉桂粉泡水作為肉桂水溶液施用於小白菜根部，當肉桂水濃度低於0.3%時，可顯著促進小白菜生長，濃度高則無效。說明了肉桂濃度會影響植物生長，且經根部吸收後，對小白菜有益處。

最後我們將肉桂水溶液分別和對植物有益的維他命C及對植物有害的各種逆境進行共培養，以了解其對小白菜生長之結果。實驗結果顯示，本該對植物有益的維他命C水，添加各種濃度的肉桂水皆無法增加植物生長的速度；而本該對植物有害的鹽逆境、熱逆境、乾旱逆境、淹水逆境，再添加肉桂水後則可減緩植物受逆境抑制的情形，寒逆境則無效，推論這可能和生物間彼此的交互作用有關。

本次研究證實了不同中藥對植物生長可產生不一樣的影響，並發現肉桂氣味和肉桂水溶液對植物的影響也有所不同。實驗結果說明了肉桂氣味可作為抑制植物生長的媒介，而肉桂水則有機會施用於田間，作為提升小白菜生長的良好資材。

壹

研究動機

有一天下課班上傳來了陣陣香味，一開始我們聞不出是甚麼味道，出於好奇我們循著香味看去，發現竟然是「中藥」！

經過詢問後得知我們國一這個年級正值喝中藥的年紀，因有助於孩子長高、調養身體。中藥的味道有些人能接受有些人不能接受，但轉念一想，嗯？那植物如何呢？中藥的味道會不會對植物有甚麼特別的影響呢？現在喝中藥又能使孩子長高，那.....讓植物在中藥水中生長會有甚麼影響呢？

於是，我們抱持著「中藥的味道會不會植物的生長產生影響？」和「中藥水會不會對植物的生長產生影響？」開啟了這一系列的研究。

貳

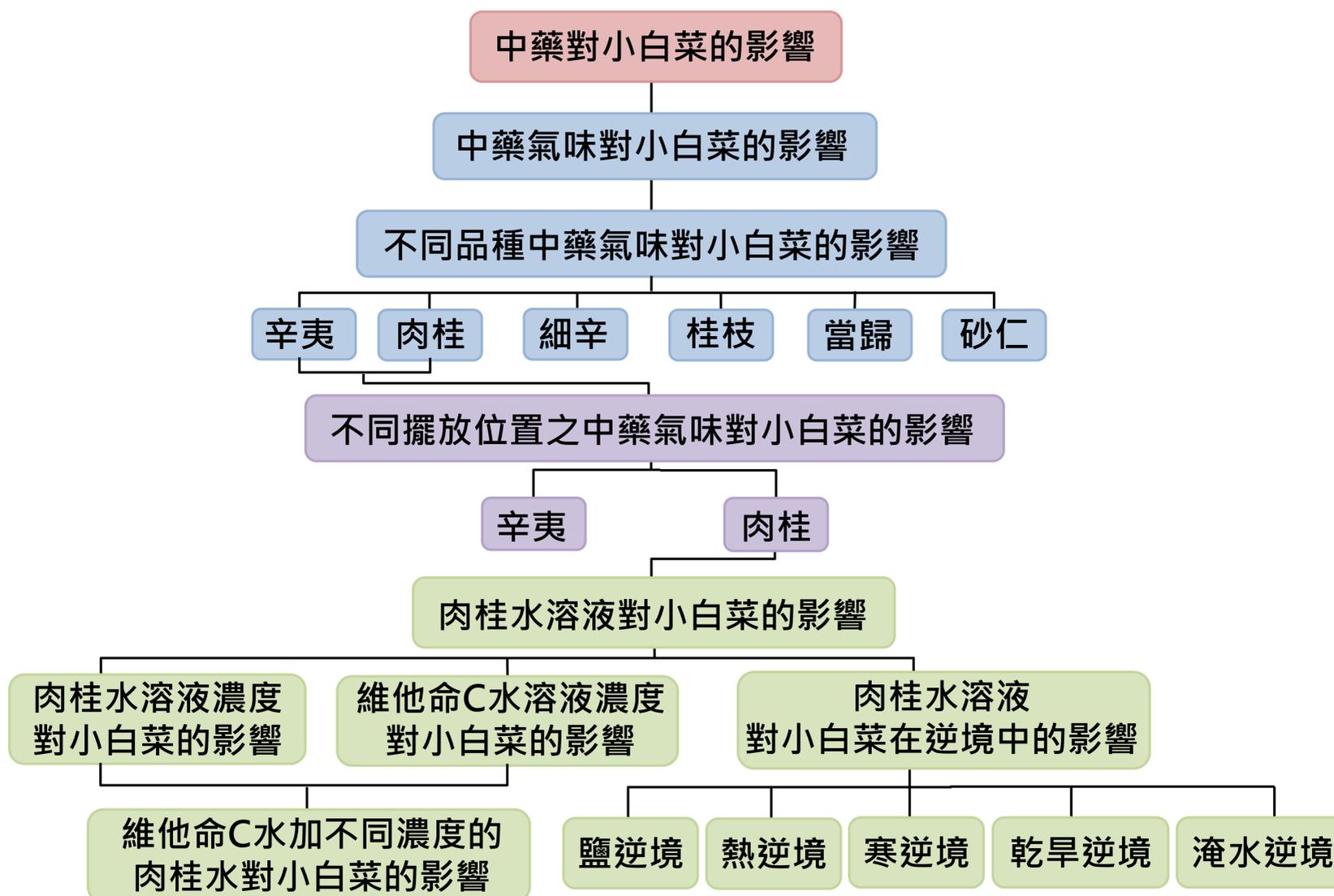
研究目的

探索不同濃度中藥水對植物(小白菜)的影響：

- (1)中藥水的濃度對小白菜生長產生影響。
- (2)不同濃度的維他命C水加不同濃度的中藥水對小白菜生長產生的影響。
- (3)不同濃度的中藥水在鹽逆境對小白菜生長產生的影響。
- (4)不同濃度的中藥水在熱逆境中對小白菜生長產生的影響。
- (5)不同濃度的中藥水在寒逆境中對小白菜生長產生的影響。
- (6)不同濃度的中藥水在乾旱逆境對小白菜生長產生的影響。
- (7)不同濃度的中藥水在淹水逆境對小白菜生長產生的影響。

參

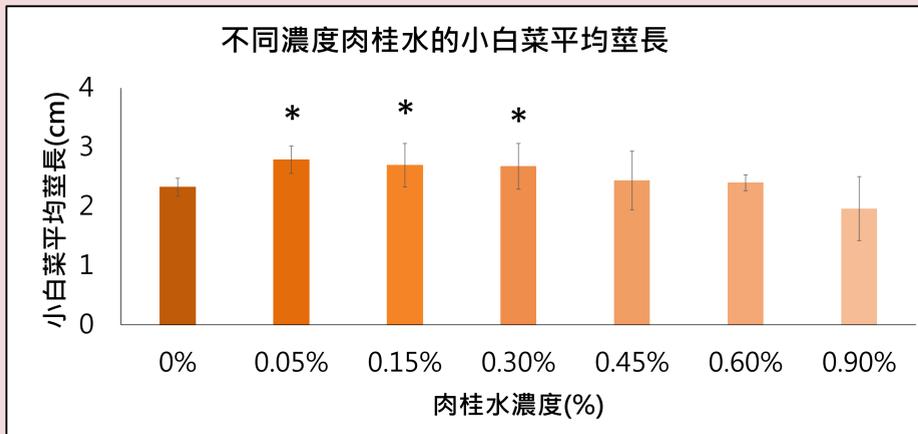
研究架構



一、中藥水對植物的影響

(一) 不同濃度中藥水對植物的影響

首先，我們在小白菜的種植中添加肉桂水，觀察肉桂水對小白菜生長的影響。



不同肉桂水濃度(%)的小白菜發芽率

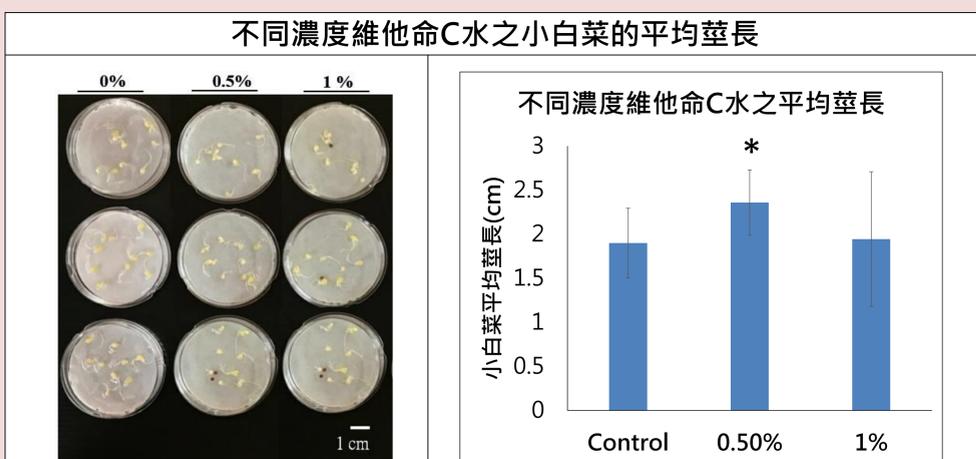
0%	0.05%	0.15%	0.30%	0.45%	0.60%	0.90%
10	10	10	10	10	10	10

不同濃度的肉桂水對小白菜的影響

結論：當肉桂水濃度低於0.3%時，可顯著提升小白菜生長速度，而濃度提升則不再具有促進效果。

(二) 不同濃度維他命C水對植物的影響

有文獻顯示維他命C水可以使植株生長得更好。但是研究並沒有明確指出何種濃度的維他命C水對植株的生長最有益，於是在本次實驗中我們先測試何種維他命C水的濃度對植株的生長有較佳的效果。



不同維他命C水濃度(%)的小白菜發芽率

0%	0.5%	1%
10	10	8

結論：維他命C水在濃度0.5%時，最能顯著促進小白菜的生長，而濃度增加到1%則會影響發芽率，且對植物生長沒有助益效果。

(三) 0.5%維他命C水加不同濃度肉桂水對小白菜的影響

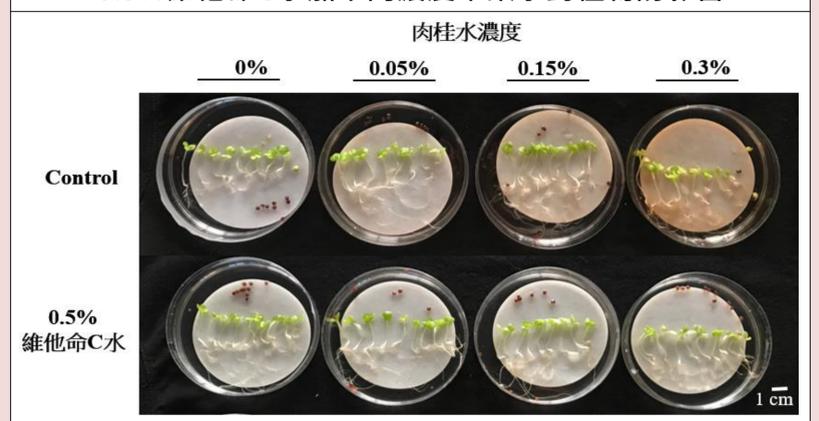
前兩次的實驗，顯示濃度低的肉桂水和0.5%的維他命C擁有促進植株生長的效果，如果將能使植株生長得較好濃度的肉桂水及維他命C水兩者混合會對植株產生什麼影響？於是我們提取能使植株生長得較好濃度的肉桂水及維他命C水來做本次實驗。

0.5%維他命C水加不同濃度肉桂水對植物莖長及根長的影響

小白菜莖長		肉桂水濃度(%)			
維他命C水濃度(%)	0%	0.05%	0.15%	0.30%	
0%	2.175±0.171	2.371±0.211b	2.4±0.141b	2.75±0.335b	
0.50%	2.188±0.176	2.075±0.12a	2.125±0.083a	2.3±0.26a	

小白菜根長		肉桂水濃度(%)			
維他命C水濃度(%)	0%	0.05%	0.15%	0.30%	
0%	7.15±1.424	8.583±1.559	6.357±0.865	6.217±1.818	
0.50%	5.7±1.676	5.116±1.077a	5.001±0.383a	2.513±0.975ab	

0.5%維他命C水加不同濃度中藥水對植物的影響



結論：同時施加肉桂水和維他命C水，小白菜的莖長及根長皆顯著被抑制。

(四) 不同濃度鹽水加不同濃度肉桂水對小白菜的影響

已知鹽對植物來說是一個逆境。前述實驗證實有益植物生長的維他命C和肉桂水會造成正正得負的效果，那鹽和肉桂水添加在一起，會有什麼的效果呢？於是我們使用不同濃度的鹽水及不同濃度的肉桂水來進行本次實驗。

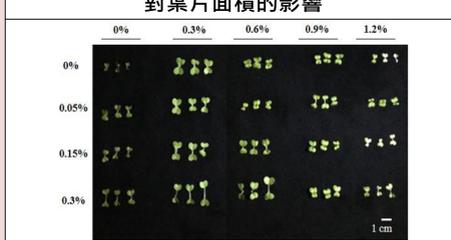


種子發芽率(顆)		鹽水濃度(%)				
肉桂水濃度(%)	0%	0.30%	0.60%	0.90%	1.20%	
0%	20	19	18	17	11	
0.05%	20	20	19	17	15	
0.15%	20	20	20	16	14	
0.30%	20	20	20	17	11	

平均莖長(cm)		鹽水濃度(%)				
肉桂水濃度(%)	0%	0.30%	0.60%	0.90%	1.20%	
0%	2.84±0.169	4.73±0.319 ^a	2.41±0.396 ^a	1.61±0.137 ^a	0.63±0.200 ^a	
0.05%	3.46±0.150 ^b	4.91±0.398 ^a	1.94±0.303 ^{ab}	1.63±0.119 ^a	1.18±0.117 ^{ab}	
0.15%	3.36±0.237 ^b	4.76±0.206 ^a	2.4±0.297 ^a	1.27±0.335 ^{ab}	1.19±0.239 ^{ab}	
0.30%	3.3±0.148 ^b	5.14±0.349 ^{ab}	2.75±0.398 ^a	1.6±0.141 ^a	0.36±0.254 ^{ab}	

肉桂水濃度	0%	0.3%	0.6%	0.9%	1.2%
0%					
0.05%					
0.15%					
0.3%					

不同濃度鹽水加不同濃度中藥水對葉片面積的影響



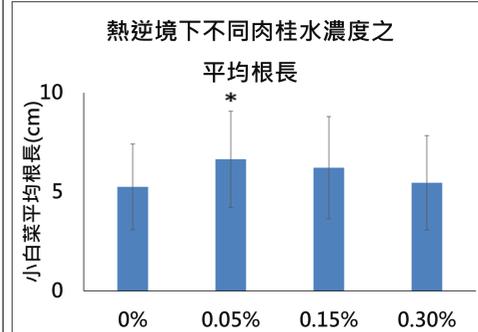
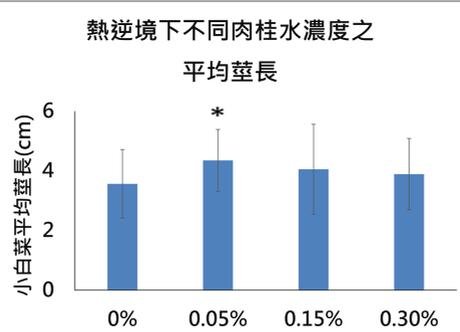
結論：同時施加肉桂水和鹽水，肉桂水可以顯著減緩鹽水對植株的傷害。

(一) 不同濃度的中藥水在熱逆境中對植物的影響

因全球暖化，台灣的氣溫日漸上升。為了研究在熱逆境下肉桂水對小白菜的影響，我們將控溫箱的平均氣溫設置於30至31度之間觀察其莖長及根長。



熱逆境下不同濃度肉桂水對小白菜的影響



結論：當添加0.05%濃度的肉桂水，可促進小白菜在熱逆境下生長。

(二) 不同濃度的中藥水在寒逆境中對植物的影響

接著，我們想知道小白菜在寒逆境的情況下，肉桂水是否能提高小白菜的耐受力。我們將保冷箱的平均氣溫設置5°C觀察其莖長及根長。

	肉桂水濃度(%)			
寒逆境	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	83%	47%	37%	53%

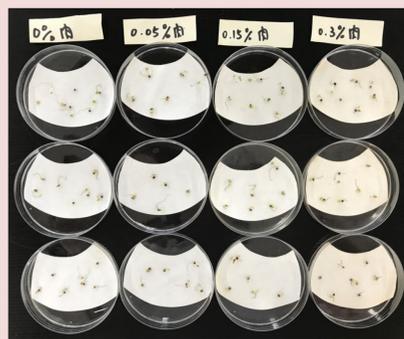
結論：氣溫低於5°C時，添加肉桂水會抑制小白菜發芽。

(三) 不同濃度的中藥水在乾旱逆境中對植物的影響

為了解肉桂水在各種台灣氣候下能否對小白菜生長有幫助，本實驗將測試肉桂水是否能提高植物在乾旱逆境的存活率。

	肉桂水濃度(%)			
乾旱逆境	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	100%	100%	100%	100%

	肉桂水濃度(%)			
乾旱逆境	0%	0.05%	0.15%	0.30%
存活率	24%	38%	57%	19%

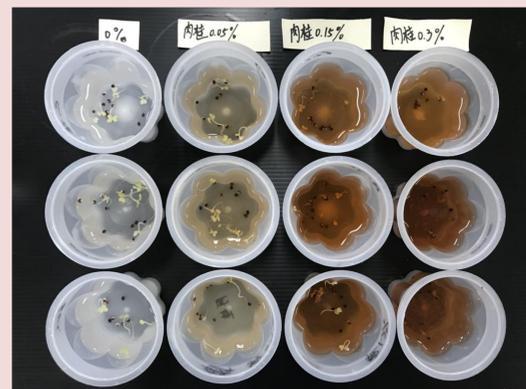
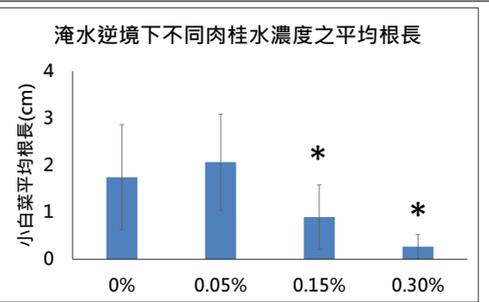
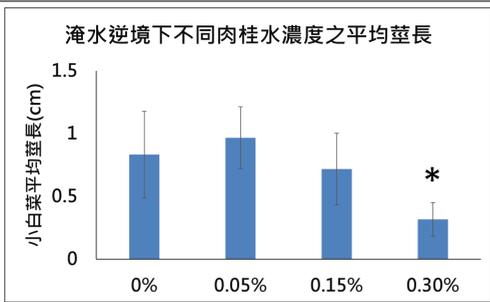


結論：添加0.05%和0.15%的肉桂水，可使植株在乾旱逆境中存活較佳。

(四) 不同濃度的中藥水在淹水逆境中對植物的影響

台灣地形特殊、颱風豪雨雨勢急促，經常造成田野淹水的情形，因此本次實驗將測試肉桂水濃度在淹水逆境中，對植物生長的影響。

淹水逆境下不同濃度肉桂水對小白菜的影響



	肉桂水濃度(%)			
淹水逆境	0%	0.05%	0.15%	0.30%
發芽率	87%	93%	47%	17%

結論：0.05%的肉桂水可幫助小白菜抵抗淹水，濃度提高則有抑制的情況。

伍

結論

中藥水對小白菜的影響：

- 0.3%肉桂水以內的濃度可幫助小白菜生長，超過0.3%肉桂水的濃度則無顯著差異。
- 0.5%維他命C水可幫助植株生長，1%維他命C水則無顯著效果。
- 肉桂水與0.5%維他命C水共同添加於小白菜無法使植株的生長更好，反而會抑制植株生長。
- 在鹽逆境下，肉桂水可以減緩鹽水對植株的傷害。
- 在熱逆境下，肉桂水可使植株生長較佳，0.05%的肉桂水尤其顯著。
- 在寒逆境下，不論何種濃度的肉桂水皆無法幫助小白菜抵抗寒害。
- 在乾旱逆境下，0.15%的肉桂水存活率較佳，而0.3%的肉桂水則無法幫助小白菜存活。
- 在淹水逆境下，0.05%的肉桂水可協助小白菜抵抗淹水，高濃度則會導致生長受抑制。

陸

未來展望

希望在本研究過後，能夠進行後續實驗來研究如何有效施用肉桂水於農地，並利用肉桂的特性來減少農藥的施用，或是運用肉桂這種天然物質取代肥料及農藥，使用無害的方式幫助植株生長，保護台灣這片土地的土質。