

# 2023 年【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：步步「高」升 - 探討植物萃取液及鹽逆境對高麗菜生長的影響

### 一、摘要：

本實驗以高麗菜為研究對象，選取 3 種校園植物以葉片製備萃取液並進行對高麗菜生長影響之比較。再探討植物萃取液對高麗菜的抗鹽逆境效果。

研究結果顯示，3 種萃取液中以肉桂萃取液 0.05% 和 0.15% 對高麗菜的根具有顯著促進生長效果。黑板樹萃取液 0.3% 對高麗菜的莖葉生長促進效果最為明顯。鳳凰木萃取液中具有毒害物質，對高麗菜具有相剋作用隨著濃度增加使根及莖葉的生長情況較差。另外，研究證實鹽逆境對高麗菜根部細胞造成不同嚴重程度的脫水，影響根部的生長、功能及莖苗發育。有鑑於此，建議若土壤有鹽害問題時可澆灌肉桂 0.05% 萃取液，以增加作物抗鹽逆境能力並提高產量。

### 二、探究題目與動機

在阿嬤家時，常看見阿嬤拿牛奶替植物澆水，於是我心中有了一個疑問：為什麼植物澆了牛奶不會死？爸爸告訴我，牛奶富含營養，能提供植物生長所需的氮元素。也曾聽說以洗米水、土豆水或蘆薈水替植物澆水，能促進植物發根長得更好，此時我又有了疑問：那植物喝「茶」會如何？另外，上地理課時老師曾經提到土壤鹽鹼化的危害會讓作物難以生存。有報導指出當土壤全鹽含量  $< 0.1\%$  時，對作物生長影響較小；當土壤全鹽含量為  $0.1\% \sim 0.3\%$  時，使作物生長受阻；當土壤全鹽含量  $> 0.3\%$  時，絕大多數作物無法正常生長。對此引起我們的好奇心，想進一步試驗看看：植物喝植物汁液，會死？還是活的更好？以及是否能幫助植物對抗鹽逆境？

每年 9~11 月正值高麗菜栽種季節，於是我們決定以高麗菜來進行實驗，並挑選了 3 種校園裡的植物提出萃取液，展開植物萃取液對高麗菜生長影響的相關研究。我們期望透過實驗，得知能促進高麗菜生長的植物萃取液，並應用在農業上降低土壤鹽害對作物造成生長不佳的問題。

### 三、探究目的與假設

- (一) 比較不同濃度的植物萃取液和鹽水對高麗菜生長的影響
- (二) 探討不同濃度的植物萃取液對高麗菜的抗鹽逆境效果
- (三) 觀察植物萃取液及鹽水對植物液胞滲透壓的影響

### 四、探究方法與驗證步驟

#### (一) 比較不同濃度的植物萃取液和鹽水對高麗菜生長的影響

##### 1.【實驗一】不同濃度的 3 種植物萃取液對高麗菜生長的影響

(1) 本研究選用 3 種校園植物製備植物萃取液，分別為肉桂、黑板樹和鳳凰木，萃取過程為：

秤取植物葉片剪碎→以葉片重量：水重量 = 1：2 比例混合，以果汁機打碎成泥→放入冰箱靜置一天→以離心機 4000rpm 離心，取上清液→收集萃取液置入 50ml 離心管放入冰箱冷藏備用(圖 1)。



1.秤取植物葉片 2.打成汁 3.靜置一天 4.以離心機離心，取上清液 5.收集萃取液備用  
圖 1. 製備植物萃取液過程

(2) 將肉桂原萃取液(33%)稀釋成 0.05%、0.15%、0.3%、0.45% 4 種濃度。

(3) 每種濃度挑選大小相似的高麗菜苗 4 株做為實驗組(共 4 組)，清水做為對照組。每株每天以滴管添加 5ml 之不

同濃度的肉桂萃取液及清水。

(4)14天後，以直尺測量各組高麗菜苗的根之生長長度和4株高麗菜苗的莖葉總重量，求平均值並記錄之。

(5)各實驗組之生長促進率的計算方法為【 $T - C / C$ 】 $\times 100\%$ ，其中C為對照組之14天後平均值、T為實驗組之14天後平均值，正值表示促進生長，負值表示抑制生長。

(6)重複步驟(2)~(5)，改以其餘2種植物萃取液進行實驗。

## 2.【實驗二】不同濃度的鹽水對高麗菜生長的影響

(1)配製鹽水0.3%和0.6%，共2種濃度。

(2)每種濃度挑選大小相似的高麗菜苗4株做為實驗組(共2組)，清水做為對照組。每株每天以滴管添加5ml之不同濃度的鹽水及清水。

(3)測量及計算各組高麗菜苗的根之平均長度和莖葉之總重量求平均值，同實驗一的步驟(4)~(5)。

### (二) 探討植物萃取液對高麗菜的抗鹽逆境效果

#### 1.【實驗三】植物萃取液對高麗菜的抗鹽逆境實驗

(1)此實驗為了探討添加植物萃取液對高麗菜是否具有抗鹽逆境效果，故選取實驗一結果中能促進高麗菜生長之植物萃取液及適當濃度：肉桂 0.05%、0.15% 及 0.3%、黑板樹 0.05%、0.15% 及 0.3%，分別進行在不同濃度鹽逆境下對高麗菜的抗鹽逆境效果之測試。

(2)取肉桂原萃取液(33%)稀釋成 0.05%，共分 3 組。在各組萃取液中分別添加鹽，配製成含鹽濃度依序為：鹽 0%、鹽 0.3%和鹽 0.6%。

(3)各組每種濃度挑選大小相似的高麗菜苗4株做為實驗組(共2組)。每株每天以滴管添加5ml之不同濃度萃取液加鹽之溶液，其中萃取液(鹽0%)為對照組。

(4)測量及計算各組高麗菜苗的根之平均長度和莖葉之總重量求平均值，同實驗一的步驟(4)~(5)。

(5)重複步驟(2)~(4)，改以其他種類及濃度之植物萃取液進行實驗。

### (三) 觀察植物萃取液及鹽水對植物液胞滲透壓的影響

#### 1.【實驗四】植物萃取液和鹽水對液胞滲透壓影響之觀察

(1)取一片紫背鴨跖草，葉下表皮朝下，向下對折，沿折斷處輕輕撕拉，取出下表皮，放置於載玻片上。

(2)將本研究所使用之不同濃度的植物萃取液、鹽水及植物萃取液加鹽之水溶液，分別滴加在紫背鴨跖草之葉下表皮，靜置 5 分鐘。

(3)蓋上蓋玻片，以吸水紙吸去多餘水分，以複式顯微鏡觀察和拍照，並比較不同濃度的植物萃取液、鹽水及植物萃取液加鹽溶液對液胞滲透壓的影響。

## 五、結論與生活應用

### (一)比較不同濃度的植物萃取液和鹽水對高麗菜生長的影響

#### 【實驗一】不同濃度的 3 種植物萃取液對高麗菜生長的影響

##### (1) 不同濃度的肉桂萃取液對高麗菜生長的影響

由表 1 可知，不同濃度的肉桂萃取液對高麗菜根和莖葉生長影響的結果如下：

(a)根：肉桂 0.05% ~ 0.3% 都具有促進生長的效果，其中以肉桂 0.05% 促進效果最為顯著。0.45% 為抑制效果。

(b)莖葉：不論是哪一種濃度都具有促進生長的效果。其中以肉桂 0.15%、0.3% 兩組促進效果最為顯著。

表 1. 不同濃度的肉桂萃取液對高麗菜根和莖葉總重量的生長影響紀錄表

植物 種類	平均根長度(cm)		平均莖葉總重量(g)	
	實驗組(T)	對照組(C)	實驗組(T)	對照組(C)
	植物萃取液濃度(%)	清水	植物萃取液濃度(%)	清水

	0.05	0.15	0.30	0.45		0.05	0.15	0.30	0.45	
肉桂	17.05	15.10	13.53	12.73	13.12	1.77	1.86	1.85	1.61	1.39
生長促進率(%)	<b>29.95</b>	15.09	3.13	-2.97		<b>27.34</b>	<b>33.81</b>	<b>33.09</b>	15.83	

### (2) 不同濃度的黑板樹萃取液對高麗菜生長的影響

由表 2 可知，不同濃度的黑板樹萃取液對高麗菜根和莖葉生長影響的結果如下：

- (a)根：黑板樹 0.05% ~ 0.3% 都具有促進生長的效果，其中以**黑板樹 0.3% 促進效果最為顯著**。0.45% 為抑制效果。  
(b)莖葉：不論是哪一種濃度都具有促進生長的效果。其中以**黑板樹 0.15% 和 0.3% 促進效果最為顯著**。

表 2. 不同濃度的黑板樹萃取液對高麗菜根和莖葉總重量的生長影響紀錄表

植物種類	平均根長度(cm)					平均莖葉總重量(g)				
	實驗組(T)				對照組(C)	實驗組(T)				對照組(C)
	植物萃取液濃度(%)				清水	植物萃取液濃度(%)				清水
	0.05	0.15	0.30	0.45		0.05	0.15	0.30	0.45	
黑板樹	14.15	14.08	14.55	12.68	13.12	1.73	1.86	1.92	1.72	1.39
生長促進率(%)	7.85	7.32	<b>10.90</b>	-3.35		24.46	<b>33.81</b>	<b>38.13</b>	23.74	

### (3) 不同濃度的鳳凰木萃取液對高麗菜生長的影響

由表 3 可知，不同濃度的鳳凰木萃取液對高麗菜根和莖葉生長影響的結果如下：

- (a)根：鳳凰木 0.05% ~ 0.3% 都具有促進生長的效果，但促進效果不顯著，隨著濃度增加促進效果逐漸降低，0.45% 為抑制效果。  
(b)莖葉：不論是哪一種濃度都具有促進生長的效果，但促進效果不顯著，隨著濃度增加促進效果逐漸降低。

有研究報告指出鳳凰木具有相剋作用，會讓周遭植物生長緩慢甚至死亡，可用來防治對生態環境有害的小花蔓澤蘭(陳仁昭等，2000)。隨著鳳凰木濃度增加對小白菜作物之致死率、生物量抑制率及根的生長均具有顯著影響(黃盈蕓等，2013)。由本研究結果可知鳳凰木葉片中的毒害物質，或許對高麗菜具有相剋作用隨著濃度增加使根及莖葉的生長情況較差。

表 3. 不同濃度的鳳凰木萃取液對高麗菜根和莖葉總重量的生長影響紀錄表

植物種類	平均根長度(cm)					平均莖葉總重量(g)				
	實驗組(T)				對照組(C)	實驗組(T)				對照組(C)
	植物萃取液濃度(%)				清水	植物萃取液濃度(%)				清水
	0.05	0.15	0.30	0.45		0.05	0.15	0.30	0.45	
鳳凰木	14.08	13.90	13.53	9.70	13.12	1.68	1.61	1.59	1.59	1.39
生長促進率(%)	7.31	5.95	3.13	-26.07		20.86	15.83	14.39	14.39	

### 【實驗二】不同濃度的鹽水對高麗菜生長的影響

由表 4 可知，不同濃度的鹽水溶液對高麗菜根和莖葉生長影響的結果如下：

- (1)根：鹽水 0.3% 和 0.6% 全部都是抑制生長，抑制程度隨著濃度上升而增加。  
(2)莖葉：鹽水 0.3% 和 0.6% 全部都是抑制生長，抑制程度隨著濃度上升而增加。

我們認為隨著鹽水濃度的增加，滲透壓隨之增高，造成高麗菜根部細胞越趨嚴重的脫水，影響根部吸收水份和養分，也嚴重影響莖葉的生長。

表 4. 不同濃度的鹽水溶液對高麗菜根和莖葉的生長影響紀錄表

鹽水溶液 對高麗菜 根和莖葉 的生長 影響	平均根長度(cm)			平均莖葉總重量(g)		
	實驗組(T)		對照組(C)	實驗組(T)		對照組(C)
	鹽水濃度(%)		清水	鹽水濃度(%)		清水
	0.3	0.6		0.3	0.6	
	16.63	13.25	20.85	2.42	2.37	3.24
生長促進率 (%)	-20.23	-36.45		-25.31	-26.85	

(二)探討植物萃取液對高麗菜的抗鹽逆境效果

【實驗三】植物萃取液對高麗菜的抗鹽逆境實驗

本實驗為了探討添加植物萃取液對高麗菜是否具有抗鹽逆境效果，故選取實驗一結果中能促進高麗菜生長之植物萃取液及適當濃度：肉桂 0.05%、0.15%和 0.3%、黑板樹 0.05%、0.15%和 0.3%分別進行在不同濃度鹽逆境下對高麗菜的抗鹽逆境效果之測試，其結果如下：

(1)在不同濃度鹽逆境下添加各種植物萃取液對高麗菜根和莖葉的生長影響，如表 5 所示，其結果分述如下：

(a)肉桂 0.05%、0.15%和 0.3%萃取液：

**相較於無鹽逆境，在鹽 0.3%逆境下添加肉桂 0.05%、0.15%和 0.3%萃取液對根有促進生長效果，根的平均長度比無鹽逆境下長，尤其添加肉桂 0.15%萃取液之生長促進率可達 31.4%。相較於無鹽逆境，在鹽 0.3%逆境下添加肉桂 0.05%、0.15%萃取液對莖葉有促進生長效果。**

(b)黑板樹 0.05%、0.15%和 0.3%萃取液：相較於無鹽逆境，在鹽逆境下無論對根或莖葉較無顯著促進生長效果。

(2)在不同濃度鹽逆境下添加各種植物萃取液對高麗菜根和莖葉的抗鹽逆境效果，如表 5 所示，其結果分述如下：

(a)根：在鹽 0.3%逆境下的抗鹽逆境效果前 3 名，依序為**肉桂 0.05%** > 肉桂 0.3% > 黑板樹 0.15%。

在鹽 0.6%逆境下的抗鹽逆境效果前 3 名，依序為黑板樹 0.15% > 黑板樹 0.3% > 肉桂 0.05%。

(b)莖葉：在鹽 0.3%逆境下的抗鹽逆境效果前 3 名，依序為**肉桂 0.05%** > 肉桂 0.15% > 肉桂 0.3%。

在鹽 0.6%逆境下的抗鹽逆境效果前 3 名，依序為肉桂 0.15% > 黑板樹 0.05% > 肉桂 0.3%。

有研究報告提及動物細胞具有肉桂醛受體，能接受肉桂醛並且活化細胞的生理反應(陳敬文等，2020)，**我們認為植物體內可能也具有肉桂醛受器，當高麗菜受器接受肉桂醛後，改變其生長發育策略與生理機制，藉此提升其耐鹽能力。**有關肉桂醛啟動高麗菜抗鹽逆境的生理機制，期望未來進一步探討。

表 5. 不同濃度鹽逆境下添加植物萃取液對高麗菜根和莖葉的生長影響紀錄表

植物萃取液 及濃度(%)	平均根長度(cm)			平均莖葉總重量(g)			
	不同鹽濃度(%)			不同鹽濃度(%)			
	0	0.3	0.6	0	0.3	0.6	
鹽水(對照組)	20.85(C)	16.63	13.25	3.24(C)	2.42	2.37	
肉桂	0.05	19.18(T)	24.15	16.73	3.34(T)	6.45	2.43
	0.15	15.83(T)	20.8	15.48	2.95(T)	6.32	2.93
	0.3	20(T)	23.3	16.5	3.59(T)	3.26	2.86
黑板樹	0.05	21.28(T)	17.35	16.1	3.34(T)	3.05	2.91
	0.15	22.8(T)	21.8	18.38	2.93(T)	3.06	2.8
	0.3	19.68(T)	18.98	18.08	2.99(T)	3.11	2.62

(三)觀察植物萃取液及鹽水對植物液胞滲透壓的影響

【實驗四】植物萃取液和鹽水對液胞滲透壓影響之觀察

- (1)由表 10 可知，不同濃度的 3 種植物萃取液，對液胞均無造成脫水現象。證明了植物萃取液對高麗菜根和莖葉的生長影響，並非滲透壓的原因而是萃取液中的成分所導致。
- (2)由表 11 可知，不同濃度的鹽水或植物萃取液添加不同濃度的鹽之溶液，對液胞造成的脫水現象會隨著鹽濃度的增加而增加，和植物萃取液種類及濃度無關。由此證明了鹽逆境對高麗菜根部的細胞造成不同嚴重程度的脫水，抑制根部生長，影響其吸收水分及養分的功能，進而影響莖葉的發育。

表 10. 不同濃度的植物萃取液對液胞滲透壓影響之顯微鏡觀察紀錄表

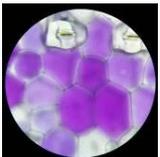
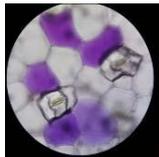
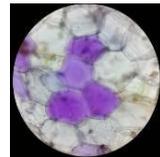
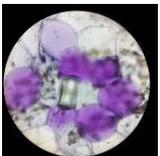
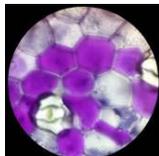
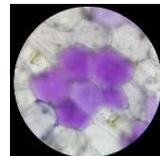
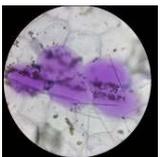
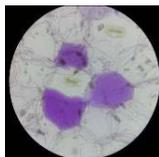
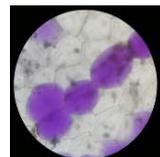
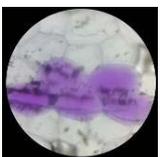
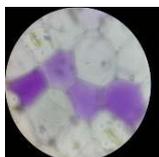
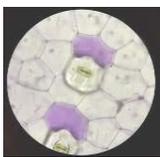
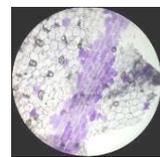
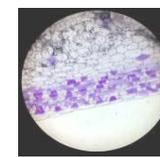
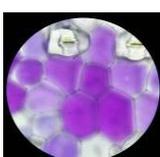
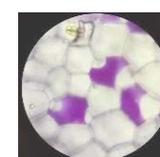
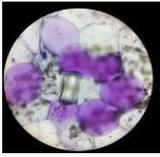
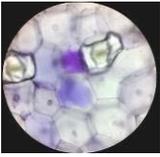
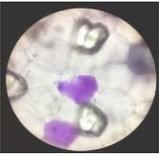
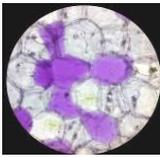
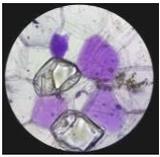
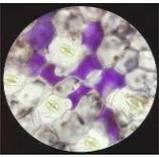
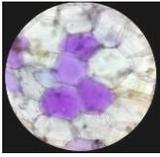
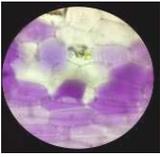
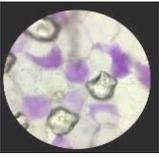
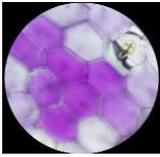
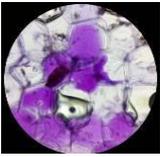
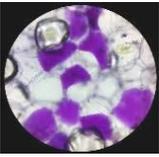
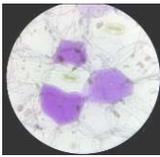
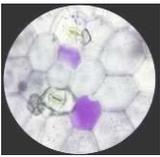
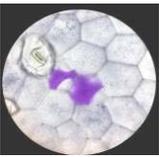
		肉桂	黑板樹	鳳凰木
植物 萃 取 液 濃 度 (%)	0.05			
	0.15			
	0.3			
	0.45			

表 11. 不同濃度的鹽水及植物萃取液加鹽之溶液對液胞滲透壓影響之顯微鏡觀察紀錄表

		鹽 濃 度 (%)		
		0	0.3	0.6
	鹽水			
植 物 萃 取	肉桂 0.05			

液 濃 度 (%)	0.15			
	0.3			
黑 板 樹	0.05			
	0.15			
	0.3			

#### (四) 植物萃取液對抗鹽逆境之應用：

土壤鹽害問題會影響作物的生長及降低作物的品質，高濃度、短時間鹽害會引起種子無法發芽；低濃度、長時間鹽害會引起發芽不良，根腐敗、變黑、下葉枯萎(林浩潭，1999)。

綜合本次實驗結果，**若土壤無鹽害問題**，建議應用在農作上可選擇直接澆灌肉桂 **0.05%、0.15%或黑板樹 0.3%萃取液**；**若土壤有鹽害問題**，解決之道則可選擇澆灌肉桂 **0.05%萃取液**，取代長期化學肥料的使用，達到促進作物生長的效果、增加作物產量和減少化肥對土壤造成鹽害的污染，一舉數得。

#### 參考資料

林浩潭 (1999)。施肥與土壤鹽份累積。 *青蒜綜合管理*，17-24。

*土壤鹽鹼化的危害知多少，怎麼改良?*(2019/4/8)。取自：<http://kknews.cc/agriculture/3vx3nbo.html>。

陳敬文、陳昱丞、蕭崇彥 (2020)。「醛」面啟動 - 探討肉桂醛提升綠豆耐鹽能力之機制。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書。

楊俐玟、蔡欣妤 (2020)。*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。

莊士朋、陳彥良、陳昱睿 (2015)。*寸草不生—植物相生相剋作用之探討*。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會作品說明書。

黃盈蕓等 (2013)。*天然除草劑—鳳凰木*。花蓮縣第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書。

楊政川、李世傑、何坤益、林敏宜 (2010/2)。台灣森林特產物 - 土肉桂。 *科學發展*，446，28-33。

陳仁昭 (2000)。*小花蔓澤蘭生物防治及天敵調查成果報告*。*台灣林地草 - 小花蔓澤蘭的防治成果報告*·3·13-28。