

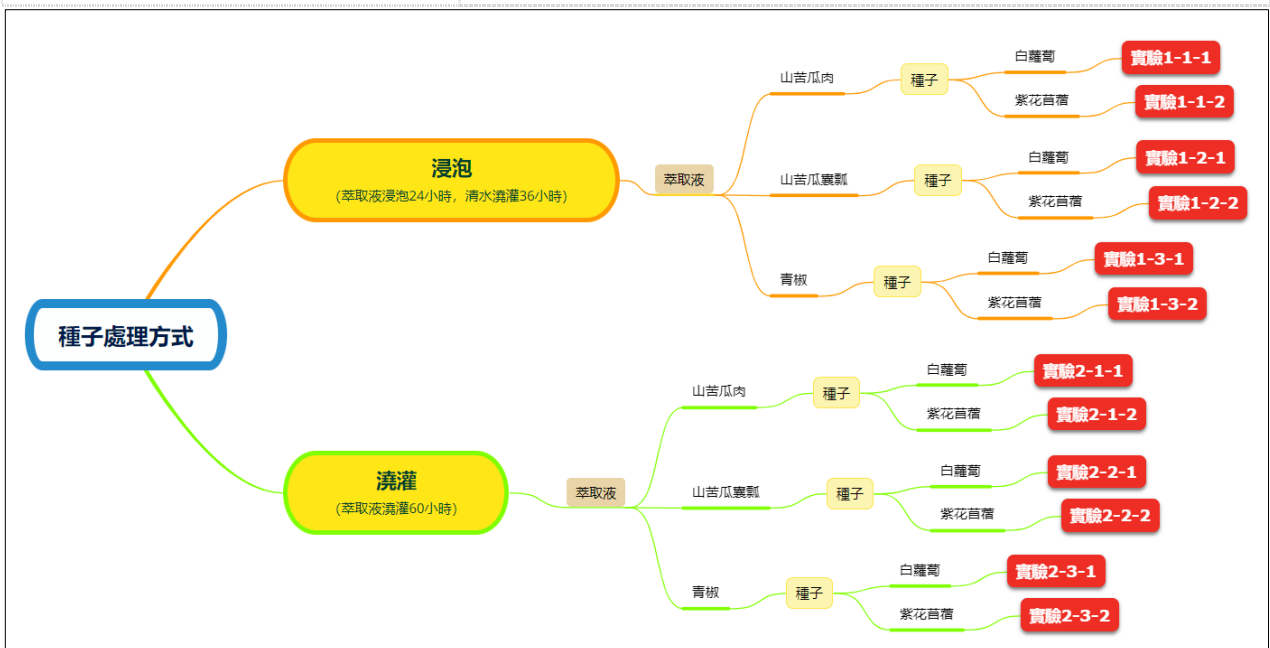
2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：苦苦惹人嫌？！
一、摘要：
本研究主要在探究植物的相剋作用，分別比較山苦瓜肉、山苦瓜囊瓢及青椒粗萃取液對白蘿蔔、紫花苜蓿種子發芽率、發芽勢、種子平均發芽天數與平均發芽速度的影響，以及用浸泡或澆灌萃取液二種方式的差異。實驗中發現山苦瓜肉對紫花苜蓿種子兩種處理方式皆呈現促進發芽的效果，浸泡組增益百分比為 4.11%，澆灌組則為 5.94%；青椒粗萃取液對紫花苜蓿種子以浸泡 24 小時、清水澆灌 48 小時程序處理後，種子萌發呈促進趨勢，增益百分比為 13.04%，確切成效有待擴充實驗樣本。而植物相剋作用以山苦瓜肉粗萃取液對蘿蔔種子以浸泡 24 小時、清水澆灌 48 小時程序處理後，抑制率為最高，可達 83.19%。其次為苦瓜囊瓢粗萃取液對紫花苜蓿種子，處理程序為浸泡 24 小時、清水澆灌 48 小時，抑制率 37.65%。
二、探究題目與動機
<p>我們在課本讀到大花咸豐草會讓其他植物無法生長，具有讓其他植物「寸草不生」的特性，為什麼會這樣？查了相關資料，發現原來植物有相剋作用。根據臺大農藝「雜草管理研究室」網頁的說明，「植物相剋作用是植物代謝過程中釋放有毒物質以抑制本身及鄰近植物之種子發芽、植株發育及開花結實」。根據國家教育研究院雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網，植物相剋作用又稱植物間化學交感作用，英文是 Allelopathy，又翻譯成化感作用、毒他作用。洪昆源與潘富俊（2006）指出植物可藉由淋溶作用（Leaching）、揮發作用（Volatilization）、植物殘留分解作用（Decomposition of plant residues）及根泌作用（Root exudation）等四種化學作用將分泌之相剋化合物釋放入土壤，進而影響周遭植物。周昌弘與許福星（1991）、周昌弘（2006）、張美蓮與王慶裕（2000）等人提倡運用植物相生相剋的原理以自然工法製作除草劑，抑制雜草。袁秋英（2016）的文章則整理相關文獻說明相剋作用的機制、列舉具相剋潛力的植物種類及它們的應用。由此可知植物的相剋作用確實存在。其他植物是否也會有相剋作用？</p> <p>因為大多數學生很討厭苦瓜和青椒的特殊味道，植物界會不會也有同感呢？而從盧裔、盧重逸、張馥鏞、李菁紋（2012）的實驗報告得知浸泡式取得之粗萃取液效果最佳。因此，我們進行以下實驗，以證實猜測是否正確。</p>
三、探究目的與假設
<p>本研究的目的是有二個，一是比較山苦瓜肉、山苦瓜囊瓢及青椒粗萃取液影響白蘿蔔、紫花苜蓿種子發芽的差異；另一個是比較這三種粗萃取液分別採浸泡、澆灌方式影響白蘿蔔、紫花苜蓿種子發芽的差異。依據這二個目的，我們提出以下假設：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 假設山苦瓜肉、山苦瓜囊瓢及青椒粗萃取液皆會抑制白蘿蔔、紫花苜蓿種子發芽。2. 假設山苦瓜肉、山苦瓜囊瓢及青椒粗萃取液採浸泡比澆灌方式對白蘿蔔、紫花苜蓿種子抑制作用更加明顯。

四、探究方法與驗證步驟

整個實驗從發想到交出報告歷經將近半年的時間，主要步驟包括查找文獻、設計實驗、製作粗萃取液、依實驗項目放置實驗組及對照組容液及種子、進行實驗與觀察記錄，如圖 1、圖 2 所示。



對照組為清水加種子，實驗組的設計如圖 3 所示。分別以實驗 1-1-1 到實驗 1-3-2 以及實驗 1-1-1 到實驗 2-3-2，總共十二個實驗，驗證假設山苦瓜肉、山苦瓜囊瓢及青椒粗萃取液皆會抑制白蘿蔔、紫花苜蓿種子發芽。此外，亦從中比較浸泡及澆灌實驗數據對照之下，驗證假設山苦瓜肉、山苦瓜囊瓢及青椒粗萃取液採浸泡比澆灌方式對白蘿蔔、紫花苜蓿種子抑制作用更加明顯。

本研究結果以 MS-EXCEL 繪圖示意，圖 4、圖 5、圖 6 分別是蘿蔔與苜蓿種子在三種不同粗萃取液、與二種不同方式下（一種是浸泡 24 小時，再以清水澆灌 24 小時的過程；一種是直接澆灌）以及對照組（清水），種子發芽率不同時間點的紀錄。圖 7、圖 8 則分別將二種不同方式，苜蓿種子在�同粗萃取液發芽率不同時間點的紀錄。最後，用表 1 探討種子發芽勢、平均發芽天數與平均發芽速度。整個實驗一一說明如下。

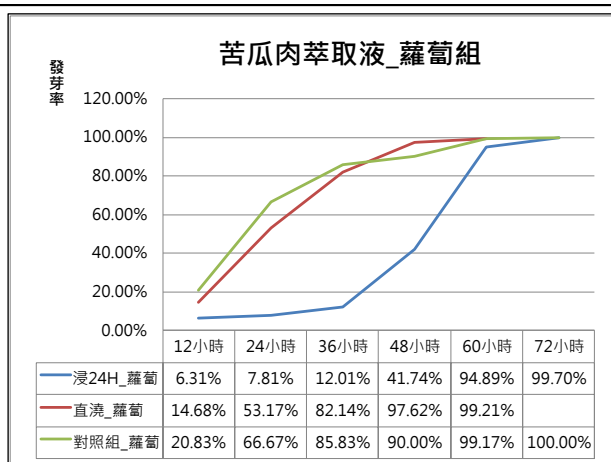


圖 4 苦瓜肉粗萃取液與蘿蔔種子發芽率紀錄圖

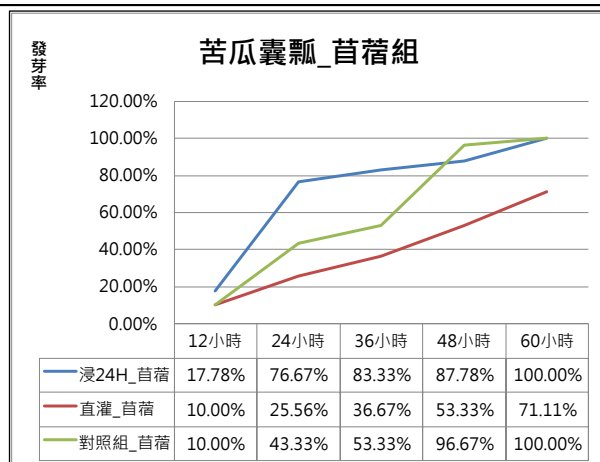


圖 5 苦瓜囊瓢粗萃取液與苜蓿種子發芽率紀錄圖

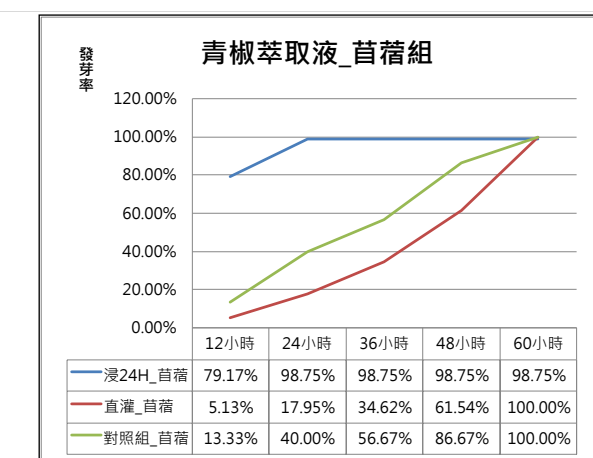


圖 6 青椒粗萃取液與苜蓿種子發芽率紀錄圖

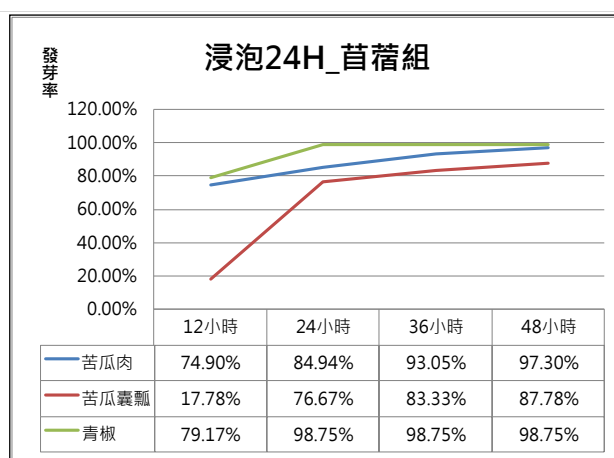


圖 7 三種萃取液浸泡與苜蓿種子發芽率紀錄圖

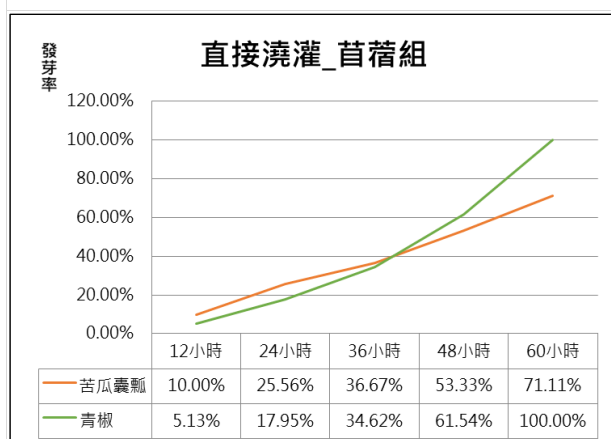


圖 8 二種萃取液直接澆灌與苜蓿種子發芽率紀錄圖

(一) 苦瓜肉粗萃取液對蘿蔔種子發芽率的影響

從圖 4 可以看出，苦瓜肉粗萃取液對蘿蔔種子實驗進行 36 小時後，浸泡方式的實驗組、對照組發芽率相差約 70%，澆灌方式的實驗組、對照組發芽率相差約 4%，代表用浸泡的方式較一開始用澆灌方式抑制效果好。

(二) 苦瓜囊瓢粗萃取液對苜蓿種子發芽率的影響

從圖 5 可以看出，苦瓜囊瓢粗萃取液對苜蓿種子實驗進行後 48 小時，浸泡方式的實驗組、對照組發芽率相差約 9%，澆灌方式的實驗組、對照組發芽率相差約 43%，所以浸泡的方式較一開始用澆灌方式抑制效果差。

(三) 青椒粗萃取液對苜蓿種子發芽率的影響

從圖 6 可以看出，苜蓿種子在青椒粗萃取液實驗進行後 24~60 小時，浸泡方式的實驗組、對照組發芽率都大約到 98%，澆灌方式的實驗組、對照組發芽率相差約 22%，所以浸泡的方式較一開始用澆灌方式抑制效果差。

(四) 三種粗萃取液浸泡 24 小時（完全淹沒）對苜蓿種子發芽率的影響

以圖 7 呈現苜蓿種子在三種粗萃取液完全沒入式浸泡 24 小時，再以清水澆灌 24 小時，種子發芽率不同時間點的紀錄。我們發現以苦瓜囊瓢粗萃取液對苜蓿種子做完全浸入式處理後，再以清水澆灌，對其發芽率抑制作用最明顯。

(五) 二種粗萃取液直接澆灌對苜蓿種子發芽率的影響

以圖 8 呈現苜蓿種子在二種粗萃取液直接澆灌，種子發芽率不同時間點的紀錄。我們發現以直接澆灌方式來看，苦瓜囊瓢及青椒萃取液對苜蓿種子發芽率抑制作用依不同時間點有不同的區別，一開始以青椒萃取液抑制效果較苦瓜囊瓢萃取液明顯，後來則以苦瓜囊瓢萃取液抑制效果較明顯。

(六) 探討種子發芽勢、平均發芽天數與平均發芽速度

1. 種子發芽勢

發芽勢(germination energy or geminative force)為每日發芽粒數與全部試驗種子比率(以百分比表示)，可依種子發芽勢推算成苗率。以下為以發芽勢為基礎的綜合分析：

- (1)當蘿蔔種子浸泡於山苦瓜肉粗萃取液時會展現相對較低的發芽勢，但以澆灌方式處理的組別卻沒有類似的情形，推論也許與溶液接觸面積及滲透壓有關。浸泡為種子完全淹沒於液體內，但澆灌的定義卻是鋪底棉花濕潤即可，若增加澆灌時的粗萃取液量，興許會有不同效果。
- (2)山苦瓜肉粗萃取液對苜蓿種子之發芽勢影響，兩種處理方式皆展現促進態勢，但浸泡組 24 小時內的發芽勢與其對照組相差不大，澆灌組相差約 15%，推論粗萃取液中應含有可促進苜蓿發芽物質，但不可過度浸潤。而囊瓢萃取液的抑制效果極明顯，澆灌組尤為之，推論可能是苦瓜種子內含物質的緣故，尚待進一步測試。
- (3)青椒粗萃取液對蘿蔔種子浸泡組實驗初期有抑制效果，或可做為延緩發芽用途。而對苜蓿種子部分，浸泡組有增益效果；而澆灌組雖呈現抑制狀態，但發芽勢有規律爬升，或許青椒粗萃取液有助於穩定苜蓿種子發芽態勢。

2. 種子平均發芽天數與平均發芽速度

■ 平均發芽天數 = $\Sigma (f \times v) / N$

f：每日之發芽粒數

v：種子放入發芽試驗器內之天數

N：發芽總粒數（非供試粒數）

■ 發芽速率（germination speed）可表示發芽快慢。

逐日發芽速度：累積發芽率除以試驗進行日數

平均發芽速度：累積逐日發芽速度除以自發芽起算日數

計算每組實驗之平均發芽天數與平均發芽速度，並整理於表 5-1；再計算各組平均發芽天數之差異（實驗組與對照組之差再除以對照組，結果以百分比表示）。若為正值，表示有抑制效果；若為負值，表示有增益效果。相互對照後，我們發現表 1 數據整理後之推論與實驗結果中的發芽勢契合。

表 1 各組平均發芽天數與平均發芽速度表

項次	實驗項目	種子	組別	平均發芽天數	平均發芽速度
1	實驗 1-1-1:山苦瓜肉萃取液浸泡 24 小時，清水澆灌 48 小時	蘿蔔	實驗組	2.18	0.40
			對照組	1.19	0.95
			差異率	83.19%	抑制
2	實驗 1-1-2:山苦瓜肉萃取液浸泡 24 小時，清水澆灌 48 小時	苜蓿	實驗組	0.70	1.73
			對照組	0.73	1.61
			差異率	- 4.11%	增益
3	實驗 1-2-1: 苦瓜囊瓢萃取液浸泡 24 小時，清水澆灌 48 小時	蘿蔔	實驗組	1.48	0.70
			對照組	1.22	0.83
			差異率	21.31%	抑制
4	實驗 1-2-2: 苦瓜囊瓢萃取液浸泡 24 小時，清水澆灌 48 小時	苜蓿	實驗組	1.17	1.01
			對照組	0.85	1.31
			差異率	37.65%	抑制
5	實驗 1-3-1：青椒萃取液浸泡 24 小時，清水澆灌 48 小時	蘿蔔	實驗組	1.94	0.41
			對照組	1.60	0.71
			差異率	21.25%	抑制
6	實驗 1-3-2：青椒萃取液浸泡 24 小時，清水澆灌 48 小時	苜蓿	實驗組	0.60	1.65
			對照組	0.69	1.51
			差異率	- 13.04%	增益
7	實驗 2-1-1:山苦瓜肉萃取液澆灌 60 小時	蘿蔔	實驗組	1.25	0.90
			對照組	0.98	1.19
			差異率	27.55%	抑制
8	實驗 2-1-2：山苦瓜肉萃取液澆灌 60 小時	苜蓿	實驗組	0.95	1.15
			對照組	1.01	1.12
			差異率	- 5.94%	增益
9	實驗 2-2-1：苦瓜囊瓢萃取液澆灌 60 小時	蘿蔔	實驗組	1.59	0.68
			對照組	1.36	0.87
			差異率	16.91%	抑制

10	實驗 2-2-2: 苦瓜囊瓢萃取液澆灌 60 小時	苜蓿	實驗組	1.62	0.50
			對照組	1.48	0.75
			差異率	9.46%	抑制
11	實驗 2-3-1: 青椒萃取液澆灌 60 小時	蘿蔔	實驗組	1.67	0.62
			對照組	1.61	0.72
			差異率	3.73%	抑制
12	實驗 2-3-2: 青椒萃取液澆灌 60 小時	苜蓿	實驗組	1.90	0.49
			對照組	1.52	0.75
			差異率	25%	抑制

五、結論與生活應用

(一) 結論

本研究實驗的結果顯示，苦瓜肉、苦瓜囊瓢、青椒的粗萃取液相對於清水，對於蘿蔔、苜蓿種子發芽率與發芽勢有不同程度的抑制或促進萌發作用，而且浸泡與澆灌二種不同方式也有一些差異。對蘿蔔種子而言，苦瓜肉粗萃取液以浸泡方式抑制作用較明顯；對苜蓿種子而言則以澆灌萃取液較方式明顯。

(二) 生活應用

透過實驗的過程，讓我們親眼看到植物間相剋作用的奧妙，覺得很神奇！雖然中間有很多沒做好而一再重來的狀況，而且得一直忍受粗萃取液的臭味，再加上實驗設計也不是很完美，最後還發現結果跟我們想的不一樣，我們自己也覺得把粗萃取液用在抑制蘿蔔、苜蓿等食材種子感覺不實用，或許研究方向可以改成苦瓜囊瓢廚餘再利用會更好。然而，我們還是學習到很多科學研究的方法，包括製作粗萃取液、操作離心機、觀察記錄、以及 MS-WORD 及 EXCEL 文書處理方式。希望未來苦瓜肉、苦瓜囊瓢、青椒的粗萃取液能用在農作物的自然工法，特別是苦瓜囊瓢，原本只能當作廚餘廢棄物，現在卻發現具有抑制種子發芽的功效！若能更進一步研究，或許能垃圾變綠金，何樂而不為！

參考資料

- 周昌弘 (2006)。農業廢棄物之利用與環保：植物相剋作用在永續農業之利用。生物技術與綠色農業研討會專刊，103-116。取自 <https://reurl.cc/g0b1Zb>
- 周昌弘、許福星 (1991)。覆蓋作物與森林再生之相生相剋作用。中華民國雜草學會會刊，12(1)，33-40。doi:10.6274/WSSROC-1991-012(1)-033
- 洪昆源、潘富俊 (2006)。森林下層植物之相剋作用與生物量關係及其在林業上之應用。台灣林業，32(3)，64-67。取自 <https://www.forest.gov.tw/MagazineFile.aspx?fno=5320>
- 袁秋英 (2016)。植物相剋化合物於雜草管理之應用。行政院農業委員會農業藥毒試驗所技術專刊，121，1-20。取自 <https://www.tactri.gov.tw/Uploads/Item/472b71ef-21d9-4e95-afc6-f990175ecaee.pdf>
- 國家教育研究院雙語詞彙、學術名詞暨辭書資訊網。植物相剋作用。取自 <http://terms.naer.edu.tw/detail/1319214/>
- 張美蓮、王慶裕 (2000)。利用植物剋他物質作為除草劑之探討。雜草與除草劑研究室【論文集】，1-5。取自 <http://web.nchu.edu.tw/~wangcylab/allelopathr.pdf>
- 臺大農藝系 (年代未知)。雜草科學研究法。取自 <https://wendar.wixsite.com/weedecologyfunction/untitled-cwr6>
- 盧裔、盧重逸、張馥鏗、李菁紋 (2012)。『剋』敵致勝—植物的相剋作用。中華民國第 52 屆中小學科學科學展覽會，國中組生物科 030302。取自 https://science.hsgh.chc.edu.tw/upload_works/110/edb5e85fa03c2cc1bfcd0b3daee364c8.pdf