

2024 年【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：有「膜」有樣——探討山香假種皮對種子功能性的影響

一、摘要

本研究旨在探討山香(*Mesosphaerum suaveolens*)假種皮對其種子功能性的影響，研究中針對山香種子假種皮的保濕、吸水、復水、黏著能力進行功能分析，並比較在不同酸鹼環境下，有無假種皮對種子萌芽率的影響，進一步探究山香種子假種皮在生態中扮演的角色。

研究結果顯示，山香種子假種皮於種子遇水後 60 分鐘完全顯現；假種皮使種子萌芽率降低約 9.2%；有假種皮的山香種子於強酸溶液浸泡後，萌芽率由 69% 提升至 88%；山香假種皮使土壤乾燥速度減緩 4.25 倍；其吸水量約為種子本身的 10.8 倍，乾燥後吸水量再提升 1.43 倍；山香種子假種皮平均可拉長 3.26cm。

假種皮的抗酸鹼能力能保護種子通過動物消化系統；其保濕、吸水及復水能力可提供種子萌芽所需的水分；具有黏著能力，使種子附著於土壤不被風吹走。假種皮幫助種子抵抗乾燥、強風及強酸等逆境，為山香繁衍後代不可或缺的角色。

二、探究題目與動機

我們常在飲料中看到有一層白色外膜的「山粉圓」，仔細咀嚼會發現山粉圓外膜滑滑的且帶有黏性。市售的山粉圓是乾燥的，烹調方式是加入水中，泡水後才會看見外膜。為什麼山粉圓會有這層膜？這層膜的功能是什麼？一顆種子激起了我們的好奇心，想要一探究竟。

經過文獻查詢，我們發現山粉圓是山香的種子，這層外膜是種子的「假種皮」，關於假種皮的研究頗多，對於山粉圓外膜的研究卻相對較少，像是陳亭臻、陳筠佳、韋怡婷 (2013) 在《山粉圓種子的 " 膜 " 衣秀》的科展作品中，發現部分實驗能再鑽研，便設計了以下實驗，以推測山香種子假種皮在生態中扮演的角色。

三、探究目的與假設

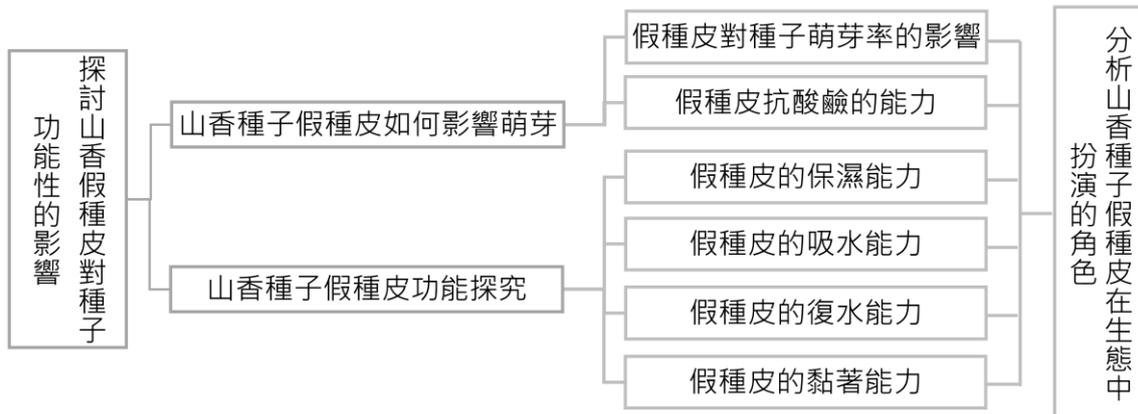
- (一) 觀察山香種子假種皮遇水後各時間點的變化。
- (二) 比較有無假種皮的山香種子萌芽狀況。
- (三) 測試山香種子假種皮的抗酸鹼能力。
- (四) 測試山香種子假種皮的保濕能力。
- (五) 比較山香種子假種皮吸水量及復水量差。
- (六) 測試山香種子的假種皮的黏著能力。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究設備與器材

山香種子、土壤、飲用水、培養皿、鑷子、刮勺、刮削刀、燒杯、量筒、滴管、玻棒、濕度計、棉花、75%酒精、白紙、pH 計、廣用試紙、鹽酸、氫氧化鈉、電子秤、恆溫培養箱、烘箱、手機

(二) 研究架構圖



圖一、研究架構圖

(三) 山香種子假種皮 (以下簡稱「膜」) 的外型觀察

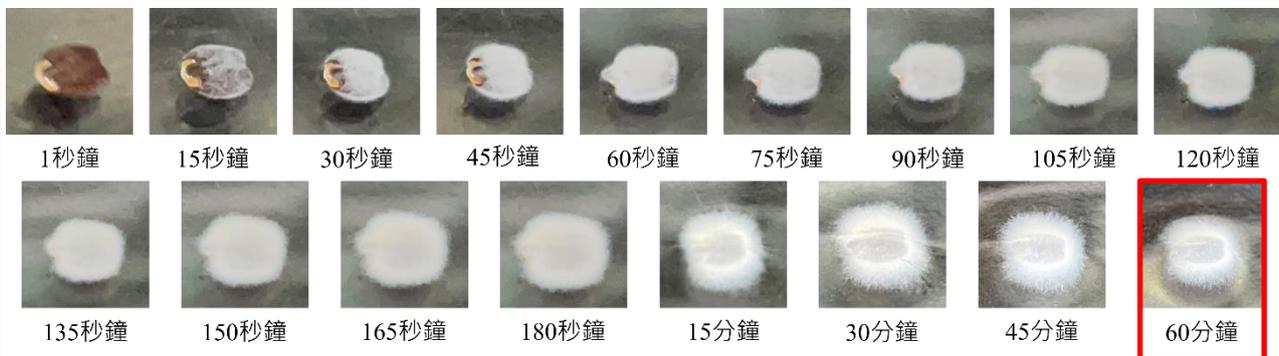
1. 實驗目的：觀察種子泡入水中後外膜顯現狀況，以奠定後續實驗泡水時間的基準。

2. 實驗步驟

(1) 種子泡入裝有飲用水的培養皿，再以鑷子將種子翻動使種子完全浸泡於水中。

(2) 用手機攝影記錄種子外膜的狀態，1 秒時為第一次，每間隔 15 秒記錄一次，直到 3 分鐘。3 分鐘後，因種子外觀變化幅度逐漸縮小，因此間隔改為 15 分鐘，持續記錄直到外膜完全顯現。

3. 實驗結果



圖二、山香種子外膜顯現過程

(1) 山香種子泡入水中數秒後便可以觀察到白色纖維狀的膜在種子外層顯現出來，1 分鐘後可覆蓋整顆種子，幾乎不透明，15 分鐘後，最外層呈現半透明的絲狀纖維。

(2) 60 分鐘後，可看見外膜完全顯現，因此後續實驗皆以 60 分鐘為標準。

4. 研究去膜方式

以鑷子試刮除種子外膜，將大部分外膜去除的同時，會傷害到種子真正的種皮，因此改為用廚房紙巾擦拭，成功在不傷害種子的情況下去除九成以上外膜。

(四) 比較有無外膜的山香種子萌芽率

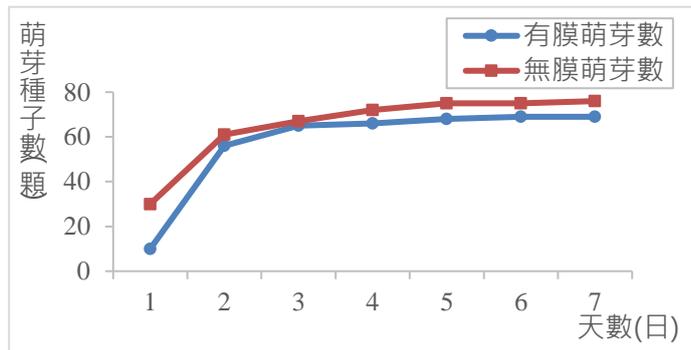
1. 實驗目的：為驗證外膜影響萌芽，首先從外膜本身對萌芽率的影響開始設計實驗。

2. 實驗步驟

- (1) 將培養皿以 75%酒精消毒，防止實驗過程可能孳生的黴菌影響萌芽。
- (2) 取 200 顆種子泡入飲用水，再以鑷子將種子翻動使其全數泡入水中 1 小時。
- (3) 20 個培養皿依序放上電子天秤並扣重，以鑷子將棉花夾出到培養皿上，量出 0.5g。
- (4) 將 100 顆種子進行去膜處理，並將有膜與無膜的種子都分成 10 顆 1 組放入裝有棉花的培養皿。無膜種子為實驗組，有膜種子為對照組。
- (5) 所有培養皿均勻以量筒和滴管滴入 10ml 的水。
- (6) 培養皿加蓋並置於 30°C 恆溫培養箱觀察 7 天。
- (7) 每日觀察記錄萌芽種子數，每 2 日補 3ml 的水。
- (8) 以胚根突出 2mm 為萌芽基準，種子發芽則取出，記錄並登記數據。

3. 實驗結果

- (1) 實驗組萌芽總數為 76 顆，對照組萌芽總數為 69 顆。
- (2) 大部分的種子都集中於第 1、2 天萌芽，之後每日萌芽個數的增加幅度逐漸減少。



圖四、有膜與無膜的山香種子萌芽數折線圖

(五) 測試山香種子外膜耐酸鹼的程度

1. 實驗目的：比較有無外膜的種子在自然界可能會遇到的酸鹼環境，例如動物的消化液（胃酸約 pH2、腸液與膽汁約 pH8）、酸化的土壤（取 pH4）等，萌芽的數量差異，以推測山香種子外膜抗酸鹼的能力。

2. 實驗步驟

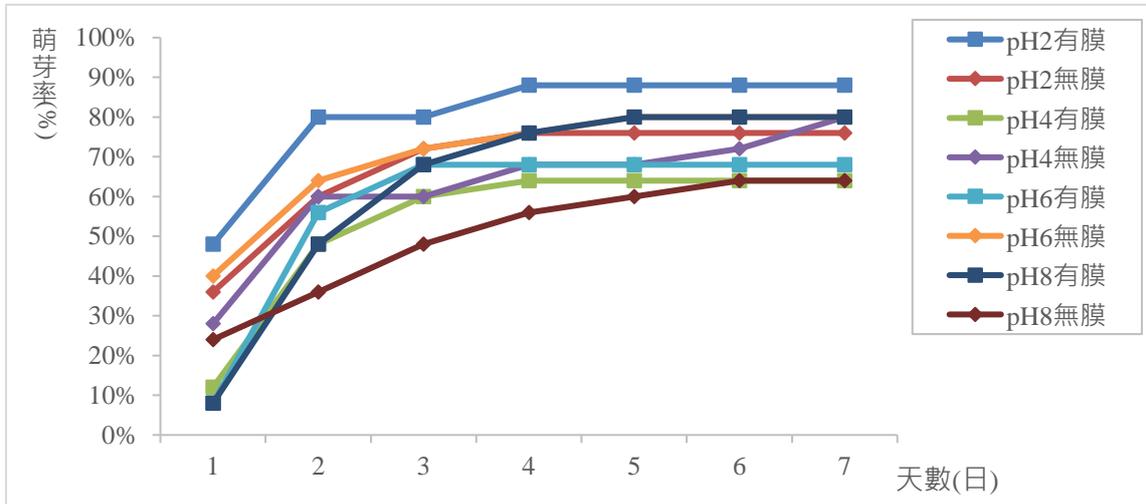
- (1) 取 200 顆種子泡飲用水 1 小時，將其中 100 顆依前述步驟去膜。
- (2) 取棉花 0.5g 並將其鋪平於已消毒的培養皿中。
- (3) 校正 pH 計，取 1ml 鹽酸至燒杯，加 100ml 水拌勻，以 pH 計測量 pH 值並記錄，若 pH 值低於要調配的值，則加 100ml 水，重複上述步驟，直至調配出 pH2、4、6 的溶液，再滴於廣用試紙檢驗，將廣用試紙鋪於白紙上拍照記錄顏色及比例。
- (4) 校正 pH 計，取適量氫氧化鈉至燒杯，加 100ml 水拌勻，以 pH 計測量 pH 值並記錄，若 pH 值 < 8，則加 100ml 水，重複上述步驟，直至調配出 pH8 的溶液，再滴於廣用試紙檢驗，鋪於白紙上拍照記錄顏色及比例。
- (5) 將有膜與無膜的種子各 25 顆分為一組，共 8 組，無膜種子為實驗組，有膜種子為對照組，分別泡入調配好的溶液 1 小時（pH2、4、6、8 各泡有膜與無膜 1 組）。
- (6) 將種子取出放入裝有棉花的培養皿，均勻以量筒和滴管滴入 10ml 的水。
- (7) 培養皿加蓋並置於 30°C 恆溫培養箱觀察 7 天。
- (8) 每日觀察記錄萌芽種子數，每 2 日補 3ml 的水。
- (9) 以胚根突出 2mm 為萌芽基準，發芽則取出，記錄並登記數據。

3. 實驗結果

(1) 大部分的種子都集中於第 1、2 天萌芽，pH4 無膜和 pH8 無膜以外的組別，萌芽率到第 5 天後便不再增加。

(2) 浸泡於不同 pH 值溶液的山香種子 7 天後的萌芽率由高到低依序為：

pH2 有膜>pH4 無膜=pH6 無膜=pH8 有膜>pH2 無膜>pH6 有膜>pH4 有膜=pH8 無膜



圖五、於不同溶液浸泡後的山香種子萌芽率折線圖

(六) 測試山香種子外膜保濕能力

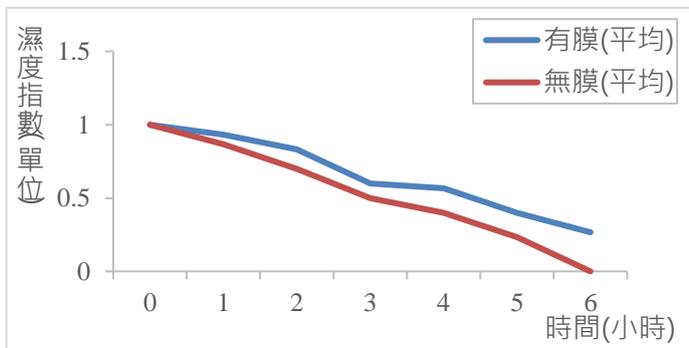
1. 實驗目的：水分為影響萌芽因素之一，推測外膜可儲存及提供種子所需水分，幫助萌芽。

2. 實驗步驟

- (1) 保濕測試需要的是外膜，採集方式以能收集最多膜為優先，方式與前述有所不同。
- (2) 將土壤放入 70°C 的烘箱 24 小時，並將土壤敲散，取出多餘枝葉與石頭。
- (3) 隨機取數顆山香種子，泡水 1 小時，再以鑷子將種子翻動使種子全數泡入水中。
- (4) 以鑷子固定種子，再取另一隻鑷子將其外膜刮除，將取得之外膜收集於培養皿中。
- (5) 在兩個燒杯中分別加入 40g 乾土壤和 10ml 水，翻拌均勻並壓平。
- (6) 在實驗組燒杯的土壤鋪上 3g 外膜，對照組則無。
- (7) 每小時以濕度計測量一次土壤濕度，持續 6 小時。

3. 實驗結果

6 小時後，對照組土壤溼度為 0 單位，其濕度 1 小時約降低 0.04 單位，而實驗組濕度約為一小時降低 0.17 單位，兩者相差約 4.25 倍。



圖五、上層有無鋪膜的土壤溼度折線圖

(七) 測試山香種子外膜吸水與復水能力

1. 實驗目的：經文獻查詢，得知此外

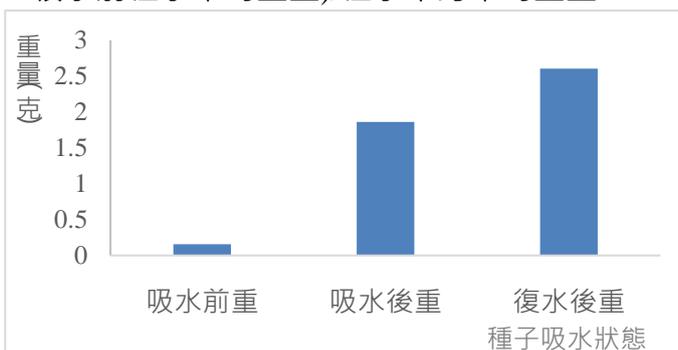
膜吸水力強，因此我們好奇它能吸多少水、乾燥後的吸水量是否有差。

2. 實驗步驟

- (1) 培養皿置於電子秤並扣重，取 30 顆種子，以電子秤測量其重量，得種子乾重。
- (2) 將 30 顆種子浸泡於飲用水 1 小時，以鑷子夾出後集中，用滴管吸除多餘水分。
- (3) 秤量並記錄種子重量，得每顆種子平均吸水量 = (吸水後重 - 種子乾重) / 30。
- (4) 將種子以 50°C 烘箱烘乾 24 小時。
- (5) 烘乾後的種子浸泡於飲用水 1 小時，以鑷子夾出後集中，用滴管吸除多餘水分。
- (6) 秤量並記錄種子重量，得每顆種子平均復水量 = (復水後重 - 種子乾重) / 30。
- (7) 種子平均吸水量 = (吸水後平均重量 - 吸水前種子平均重量) / 種子本身平均重量。

3. 實驗結果

- (1) 山香種子吸水前平均重量約 0.158g，吸水後平均重量約 1.863g，復水後平均重量約 2.605g。
- (2) 外膜初次吸水量約為種子的 10.8 倍；復水後吸水量約為種子的 15.5 倍。
- (3) 種子乾燥後再吸水，吸水量增加。
- (4) 復水後的種子，外膜的外觀與吸水第一次的比較，溶於水的量看起來又更多。



圖六、山香種子不同吸水狀況重量長條圖



圖七、山香種子不同吸水狀況

(八) 研究山香種子外膜的黏著能力

1. 實驗目的：驗證山香種子外膜具黏著性，使種子固定在土壤上萌芽。
2. 實驗步驟

- (1) 取 10 顆山香種子泡入飲用水，再以鑷子將種子翻動使其全數泡入水中 1 小時。
- (2) 一隻鑷子固定住種子，架於直尺刻度 0 處，取另一隻鑷子將種子外膜拉長直至膜斷，同一顆種子以不同角度拉長數次，記錄測量到最高數據。
- (3) 10 顆種子皆按照上述步驟測量膜長。

3. 實驗結果

表一、山香種子外膜拉長後長度

種子編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
膜長(cm)	3.4	2.8	2.8	7.5	5.0	2.2	3.0	4.0	2.0	2.9

- (1) 山香種子的外膜平均可拉長 3.26cm。
- (2) 以過快或過慢的速度拉扯外膜，易使其直接斷裂。

(九) 討論

- (1) 無膜種子的萌芽率大於有膜種子，經文獻查詢，發現假種皮中可能含有抑制萌芽的物質，可作為萌芽抑制劑 (李穎睿等，2020；黃宥穎等，2012)。另外，氧氣為影響種子萌芽的因素，介質的通氣性比保水性重要 (張有明、林信山、林大鈞與宣仲華，2009)，推測可能是假種皮阻礙氧氣進出種子，抑制了種子萌芽。
- (2) 去膜的山香種子於 pH2 鹽酸溶液浸泡後萌芽率降低，於 pH2 鹽酸溶液浸泡 1 小時的有膜種子萌芽率為 8 組中最高，且於強酸溶液浸泡後的種子外觀皆受影響，有膜種子外膜被侵蝕，無膜種子則被破壞，推測假種皮可保護種子通過動物消化系統。
- (3) 種子外膜重量於第二次吸水後增加，且第二次吸水的外觀有較明顯的纖維，推測為假種皮之溶水性使更多水附著。

五、結論與生活應用

根據實驗結果及分析，得知山香種子假種皮具有以下特性：

- (一) 山香種子假種皮泡水 1 分鐘後即顯現，15 分鐘後則能以肉眼觀察到其微溶於水的現象，1 小時後完全顯現。
- (二) 有假種皮的種子萌芽率較去假種皮的山香種子降低約 9.21%，顯示假種皮會抑制或阻礙萌芽，可作為雜草萌發抑制劑。
- (三) 有假種皮的山香種子於強酸溶液浸泡後，萌芽率由 69% 提升至 88%，顯示假種皮能保護種子通過動物的消化系統，使種子不受傷害。
- (四) 山香假種皮使土壤乾燥速度減緩 4.25 倍，顯示其具保濕能力，可能應用於保濕產品。
- (五) 山香假種皮吸水量約為種子本身的 10.8 倍，乾燥後吸水量再提升 1.43 倍。
- (六) 山香種子假種皮平均可拉長 3.26cm，具黏著能力，使種子能附著於土壤，順利萌芽。

綜合上述結論，推斷山香種子假種皮能抑制種子的萌芽能力，使種子到安全環境再萌芽；其保濕、吸水、復水能力可提供種子萌芽所需的水分；抗酸鹼能力能保護種子通過動物消化系統；假種皮具有黏著能力，使種子附著於土壤不被風吹走。假種皮抵抗乾燥、強風及強酸等逆境的能力，能增加種子存活率，為山香繁衍後代不可或缺的角色。

參考資料

- (一) 張有明、林信山、林大鈞與宣仲華 (2009) **種子苗之健康管理**。花卉健康管理研討會。
- (二) 陳亭臻、陳筠佳與韋怡婷 (2013)。**山粉圓種子的「膜」衣秀**。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會國中組生物科。
- (三) 李穎睿、陳愷鈞與陳之勤 (2020)。**農夫的好夥伴——和雜草說再見**。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會國中組生活與應用科學(二)科。
- (四) 黃宥穎、陳政中與姚若琦 (2012)。**養「瓜」千日,用在「液」時 - 木瓜種子成分檢測與應用研究**。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會國中組生物科。