

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：石頭玉之「脫」「口」秀?!

一、摘要：

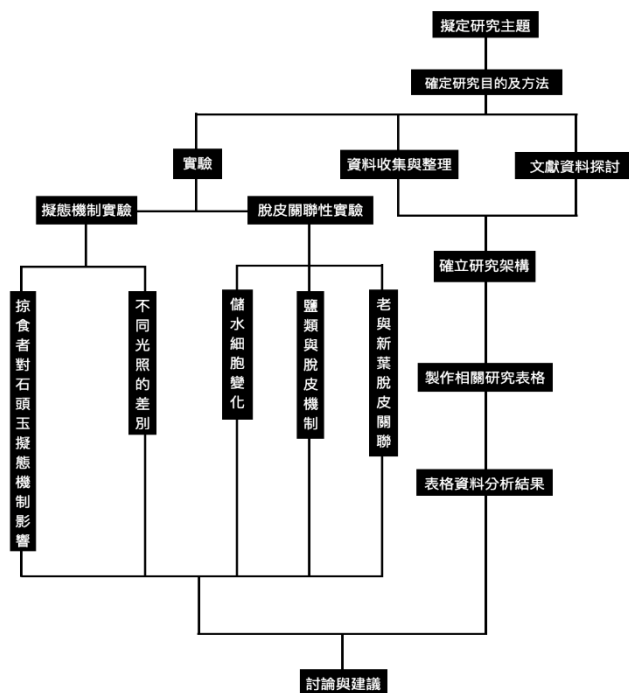
本研究主要探討沙漠中石頭玉的擬態機制與蛻皮機制，石頭玉本身含有單寧細胞，在不同光照下，可使本身的外表做深淺的變化，以達到躲避掠食者的功能，也就是擬態機制。石頭玉的老葉在蛻皮前，會先把自身的鹽分提高，好讓老葉迅速蛻去，最後才能讓新葉快速成長，若老葉未完全剝落，則新葉會因成長空間與水分的不足，導致植株的石頭玉面臨死亡危機。

二、探究題目與動機

大部分的植物都生長在熱帶雨林、濕地及環境潮濕且陽光充足的地方，但有些稀有植物則生長在極端的氣候裡，為了能夠探索在沙漠地帶上生存的植物，於好奇心的驅使之下，本研究團隊決定去植物店裡尋找，最後發現了外觀別於其他多肉植物的「石頭玉」，由於對它的擬態與蛻皮機制深感興趣，因此我們決定對它的細胞做進一步解剖與分析。

三、探究目的與假設

- (一) 探討石頭玉在不同光照強度下的顏色深淺變化
- (二) 掠食者對石頭玉擬態機制之影響
- (三) 探討老葉與新葉蛻皮的關聯性
- (四) 探討老葉的儲水細胞變化

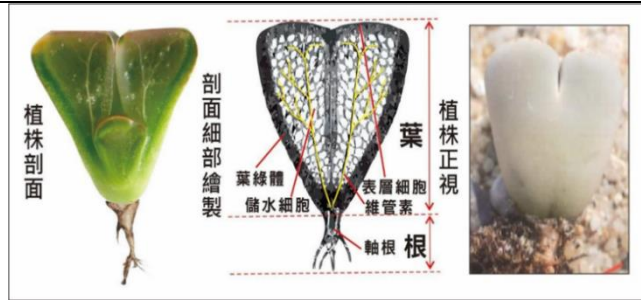


四、探究方法與驗證步驟

一、石生花簡介:

石頭玉是一種位於沙漠的多肉植物，主要位於南非及奈比米亞，植株矮小，多長於氣候乾燥的地區。常見的品種有日輪玉、荒玉等。此外，它的窗口上有一層紫清素，能

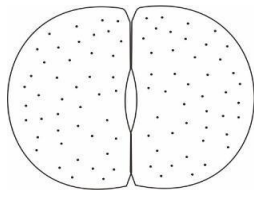
夠抵禦紫外線，以減少水分散失。光線僅從透光的頂面窗口進入體內，且光會因水而產生折射，在表皮上，行光合作用。



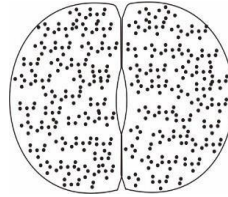
生石花內部構造



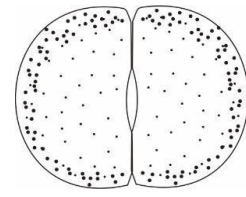
生石花 <https://images.app.goo.gl/HIfUUPpdVfheWTgu9>



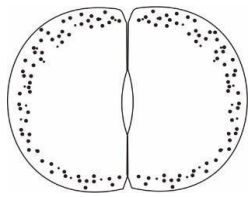
類型 1



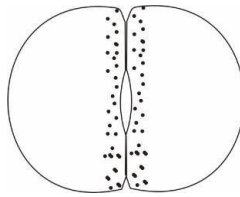
類型 2



類型 3



類型 4



類型 5

類型 1：單寧點在整個表面均勻分佈

類型 2：單寧點在整個表面均勻分佈（和類型 1 類似），但是密度較低（或者說單寧點之間的距離較大）

類型 3：分佈在外部邊緣（離軸面）和內部邊緣（近軸面），但是不分佈在中心窗面

類型 4：分佈在外部邊緣和內部邊緣（類似於類型 3），但是在中心窗面也有稀疏分布

類型 5：僅分佈在內部邊緣（近軸面）

二、 探究實驗:

A. 石頭玉在不同光照強度下的顏色深淺變化

前言：

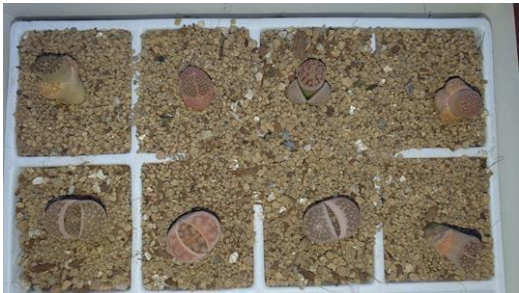
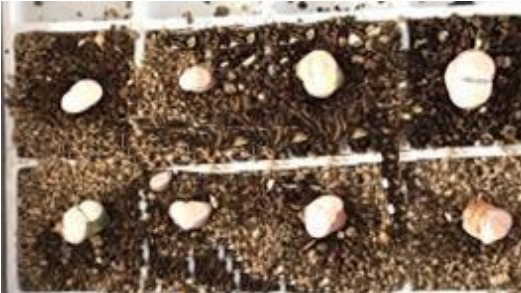


於種植過程中發現石頭玉有時會因環境的不同而使本體色澤深淺改變，因此此研究主要在探討石頭玉之擬態，實驗出光照對石頭玉單寧體顏色之深淺變化，

石頭玉最大的特色在於本身顏色不變，卻改變色澤深淺。

實驗步驟:

- 1、將 16 顆石頭玉分別以各 8 顆的形式分為 A、B 兩組（如圖一及圖三）
- 2、將 A 組樣品置於陽光光照下 2 天，而 B 組樣本放置於陰影處
- 3、再經 2 天後，觀察色澤變化情形，並以拍照方式紀錄（如圖二及圖四）
- 4、根據實驗結果分析單寧體數據

實驗結果:

	
A 組石頭玉（圖一）	曝光於陽光下兩天後（圖二）
	
B 組石頭玉（圖三）	於陰影處兩天後（圖四）

經實驗結果發現，如將石頭玉暴露於陽光下時，單寧體會呈現較為深色的色澤，而在陰影處的則呈現較為偏淡的色澤。研究發現，石頭玉可因環境因子而改變單寧體及植株顏色。

B. 掠食者對石頭玉擬態機制之影響

前言：

石頭玉之掠食者多為昆蟲，由於昆蟲及其餘掠食者眼睛只分辨得出灰階影像，因此此實驗配合石頭與擬態機制之分析，以人眼觀察並模擬昆蟲視野內之色覺，並實驗出石頭玉的擬態機制之效果，實驗後發現人類透過肉眼觀看模擬昆蟲看到的影像，也分辨不清其石頭玉的外觀。

實驗步驟:

- 1、收集原生地圖片
- 2、將圖片轉換成灰階圖以模擬昆蟲視野內色覺

3、觀察式明顯

實驗結果:



由模擬昆蟲視野內色覺灰階圖可得知，實驗後發現人類透過肉眼觀看模擬昆蟲看到的影像，也分辨不清其石頭玉的外觀

C. 老葉與新葉蛻皮的關聯性

前言：

本實驗主要在探討新葉及老葉之間的關聯性。在實驗過程中可得知藉由特殊的蛻皮機制可防止老葉感染到新葉，且從空間方面又可得知老葉會騰出空間讓新葉有機會成長。

實驗步驟:

- 1.尋找三株合適的石頭玉
- 2.觀察老葉是否會感染到新葉
- 3.探討老葉及新葉之間的生長空間
- 4.分析石頭玉的實驗數據

實驗結果:

下圖為處於五個不同蛻皮階段的石頭玉，由此圖可得知老葉會騰出空間讓新葉成長，且因這個特殊的蛻皮機制，讓新葉不會遭到老葉感染。



D. 探討老葉的儲水細胞變化

前言：


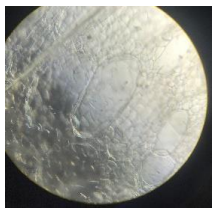

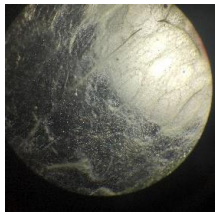

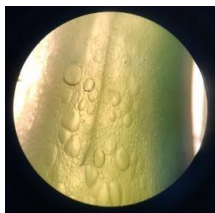

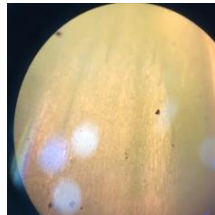

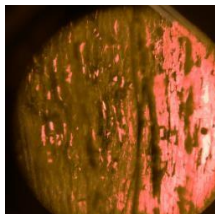
此研究主要在探討不同階段石頭玉的蛻皮變化和儲水細胞的形狀大小變化，且藉由肉眼觀察蛻皮情形及利用複式顯微鏡觀察石頭玉的儲水細胞變化

實驗步驟:

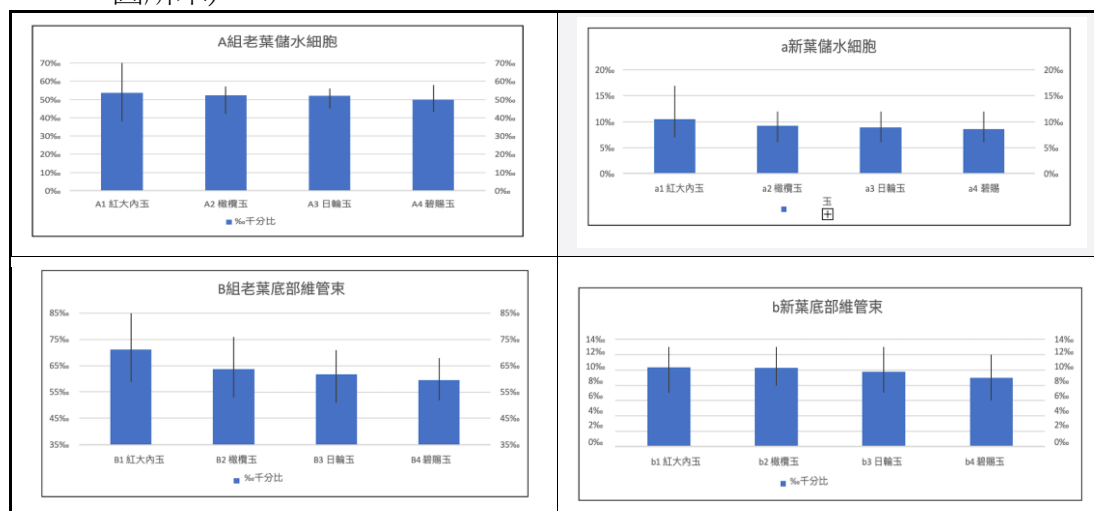
- 1.先取蛻皮位於不同階段的石頭玉進行觀察
- 2.記錄石頭玉在蛻皮過程中的鹽分濃度變化
- 3.利用複式顯微鏡觀察石頭玉儲水細胞的形狀
- 4.說明石頭玉在不同階段的蛻皮機制下對儲水細胞及鹽類濃度的差異結果

實驗結果:

- I. 下表為石頭玉蛻皮機制圖藉由以上數據結果可得知當老葉萎縮程度越高，植物本身的鹽分濃度含量也愈高，且儲水細胞的形狀大小也有較明顯的縮小。

脫皮照片	儲水細胞	鹽類		觀察結果
		儲水細胞	底部維管束	
				發現外表皮的紋路開始變皺，且表皮的水分也開始逐漸乾化，也能從顯微鏡觀察到老葉的儲水細胞屬於充滿水的狀態。
		老葉	63	
		新葉	62	52
				幾天後，發現新葉已逐漸露出，且老葉的外表皮已逐漸裂開，從顯微鏡觀察中，也發現老葉的儲水細胞仍富含較多的水分。
		老葉	63	
		新葉	67	65
				老葉開始出現剝落狀態，從顯微鏡觀察中，也感覺到老葉儲水細胞正逐漸縮小。
		老葉	70	
		新葉	72	69
				老葉已呈現乾枯的狀態，從顯微鏡中得知老葉的儲水細胞已沒有水分，鹽類濃度也提升許多。
		老葉	81	
		新葉	79	78
				老葉明顯蛻皮，為了能讓乾枯的儲水細胞看得更清楚，而使用紅墨水染色以利觀察。
		老葉	—	
		新葉	—	—

II. 藉由以上的實驗數據可得知各品種的石頭玉老葉鹽類濃度都會較新葉高(如下圖所示)



五、結論與生活應用

結論

1、擬態機制:

藉由本實驗可證實石頭玉具有擬態機制，於且掠食者的色域較低，因此石頭玉只需改變窗口之顏色。

2、蛻皮機制:

研究發現，石頭玉之脫皮機制有其特殊性，相較於一般葉片，石頭玉之葉片需要使新葉生存，因此過高鹽類物質及於生長位置需有空間，因此樣品之解決方式是將老葉養分及水分吸取後蛻皮。

未來與展望

- 藉由本次探究實驗發現石頭玉在光照強弱下，可控制單寧細胞產生變化，進而改變石頭玉窗口深淺，以利提高觀賞與經濟價值。
- 藉由實驗結果可得知，樣品極具食用價值原因為:1.同為薔杏科之冰菜，具有極高的食用價值，根據本實驗研究結果顯示，石頭玉之新葉由於 CAM 代謝緣故，含有的大量儲水細胞內有大量養分，且具研究顯示，養分及代謝物將分別送往老葉及新葉 2.耐鹽鹼度與 CAM 的細胞架構，不但可適應土地鹽鹼化的問題，也可替代其它生存需求度高之作物。

參考資料:

- Airiti Library 華藝線上圖書館_生石花屬植物栽培繁殖 <https://www.airitilibrary.com> > Publication > aiDetailedMesh
- Airiti Library 華藝線上圖書館_伪装高手+"生石花"<https://www.airitilibrary.com> > Publication > aiDetailedMesh
- 多肉植物盆栽的制作- 中國學術期刊網絡出版總庫 - 中國知網 <http://cnki.sris.com.tw> > kcms > detail > detailall