

2022 年第十九屆國際國中科學奧林匹亞競賽 -- 實驗題試題(下)

國立臺灣師範大學 科學教育中心

實驗四：使用花青素研究 pH 值

簡介：

花青素和類黃酮是許多園林花卉花瓣中高濃度的化合物。它們目前在食品工業中用作合成著色劑的替代品，因為它們作為抗氧化劑對健康有益，而且顏色會隨 pH 值變化。

假設您是一位年輕的科學家，有興趣了解哥倫比亞流行飲料 Spamonethaca® 的 pH 值。為此，您將使用花園中常見花卉的提取物，建構一個顏色矩陣。請按照下方的說明進行分析。

材料：

- 3 種花（木槿、九重葛、馬蹄蓮）
- 油性筆（細線筆）
- 7 個玻璃試管
- 1 個試管架
- 1 個玻璃攪拌器
- 3 個巴斯德塑料吸管（重複使用說明：用少量蒸餾水沖洗 3 次。）
- 2 條 pH 試紙（不會提供超過 2 條！）
- pH 顏色圖表
- 生物比色分析圖表（單獨的論文）
- 塑料薄膜（保鮮膜）
- 氫氧化鈉 0.5M
- 硝酸 0.2M
- pH 5 溶液
- pH 7 溶液
- 乙醇 80%
- 蒸餾水

- Spamonethaca® 溶液
- 洗瓶（水）
- 大垃圾容器
- 紙巾
- 手套
- 10 mL 量筒

使用 HNO_3 和 NaOH 時要小心！！
不要自己接觸到，請在處理這些試劑時戴上手套

實驗流程和問題：

1. 從花瓣中進行萃取
 - a) 標記 3 個玻璃試管。
 - b) 對 3 種植物，各取出相似數量的花瓣，並將它們個別放入試管中。確保使用足夠的花瓣，來填充大約 2 厘米的試管。
 - c) 使用玻璃攪拌器攪碎花瓣。每次使用後徹底清潔攪拌器。
 - d) 在每一試管中，各加入 2 mL 乙醇，並與壓碎的花瓣充分混合。
 - e) 使用一些塑料薄膜覆蓋每個管子的頂部。
 - f) 靜置 30 分鐘以完成花青素的萃取。
2. 製作 pH 值溶液
 - a) 製作 pH 值 5 和 pH 值 7 的溶液。
 - b) 在 2 個玻璃試管，分別標記 pH5 和 pH7。
 - c) 使用塑料製巴斯德移液器，將 5 mL 的每種 pH 溶液，添加到各自的玻璃管中。每次都要使用乾淨的移液器。
 - d) 在 2 個玻璃試管，分別標記為“pHA”和“pHB”。
 - e) 根據下表使用塑料移液管和量筒配製兩種 pH 值溶液：

| 標記: pH A | | 標記: pH B | |
|-------------|--------------------------------|-----------|-------------------------------|
| 步驟 1 | 步驟 2 | 步驟 1 | 步驟 2 |
| 2.5 mL 水 | 2.5 mL HNO_3 0.2 M | 4 mL 水 | 2.5 mL NaOH 0.5 M |

- f) 使用提供的 pH 試紙測定“pH A”和“pH B”的 pH 值。為此，請使用塑料吸管在試紙的每個正方形上吸取一些溶液。
- g) [1.00 分] 使用提供的圖表閱讀您的值並將其記錄在下方。

| pH A | pH B |
|------|------|
| | |

3. 比色分析

- a) 使用單獨提供的“生物比色分析”紙，並用塑料薄膜覆蓋。確保覆蓋整張紙並去除所有氣泡。完全撫平薄膜以形成光滑的表面。
- b) 用巴斯德塑料移液管滴加 1 滴溶液“pH A”到光滑薄膜表面的“pH A”欄中。
- c) 在各自的列中重複 pH 5、pH 7 和“pH B”溶液。確保為每種 pH 溶液使用乾淨的塑料移液器。
- d) 在光滑的薄膜表面上的芙蓉行上的每個 pH 溶液中加入 1 滴芙蓉的花青素提取物。
- e) 對九重葛重複上述步驟。和馬蹄蓮。每次都使用乾淨的塑料吸管。
- f) 靜置 1 分鐘，讓實用助手拍照。
- g) [1.20 分]

| | 實驗助理簽名 |
|------|--------|
| 拍攝照片 | |

- h) [0.50 分] 顏色變化的最佳解釋是什麼？用 X 標記正確的選項。

| | 用 X 標記 |
|----------|--------|
| 不可逆還原 | |
| 質子化/去質子化 | |
| 羥基化 | |
| 亞硝基化 | |

4. 確定 Spamonethaca® 的 pH 值

- a) [1.00 分] 選擇花青素在酸性和鹼性範圍內均有明顯顏色變化的品種。在下方寫上物種名稱 選擇的物種

| | |
|-------|-----------|
| | 在下方寫上物種名稱 |
| 選出的物種 | |

- b) 使用巴斯德塑料吸管在“生物比色分析”膠片上的每個 Spamonethaca® 標記區域 (S1 和 S2) 各滴 1 滴。
 c) 將 1 滴選定的花青素提取物添加到區域 S1。
 d) 將 1 滴水加到 S2 區域。
 e) 靜置 1 分鐘，讓實用助手拍照。
 f) [0.50 分]

| | |
|------|--------|
| | 實驗助理簽名 |
| 拍攝照片 | |

- g) [1.00 分] 確定 S1 和 S2 的角色。用 X 標記適用於每個條件的正確術語。如果該術語不適用於該條件，請用 O 標記。

| 術語 | S1 | S2 |
|------|----|----|
| 對比 | | |
| 測試 | | |
| 安慰劑 | | |
| 陰性對照 | | |
| 陽性對照 | | |

- h) [0.50 分] 根據你的結果，估計 Spamonethaca® 的可能 pH 值。僅在正確答案上打 X。

| 估計的 pH 值 | 正確答案上打 X |
|----------|----------|
| 強酸性 | |
| 微酸性 | |
| 中性的 | |
| 強鹼性 | |

5. 生物學意義

- a) [0.50 分] 這些分子/分子複合物中的哪一個負責調節活體植物細胞中的花青素顏色。用 X 標記正確答案。

| 分子/分子複合物 | 正確答案上打 X |
|--------------|----------|
| 葉綠體的 ATP 合成酶 | |
| 線粒體的 ATP 合成酶 | |
| 液泡的 ATP 合成酶 | |
| 細胞膜的質子泵 | |
| 液泡膜的質子泵 | |

- b) [0.80 分] 過量食用（每天 2 升）Spamonethaca® 可能會對健康產生哪些影響？用 X 標記正確答案。

| 健康產生的影響 | 正確答案上打 X |
|-----------|----------|
| 消化性潰瘍更惡化 | |
| 牙釉質侵蝕 | |
| 干擾蛋白質消化 | |
| 對流感的易感性增加 | |

實驗五、咖啡物種的觀察——認識阿拉比卡咖啡

阿拉比卡咖啡是原產於衣索比亞西南部的特有種，是已知用於生產飲料的第一個咖啡品種。目前，該植物佔世界產量的 60%。在哥倫比亞，部分經濟依賴於它，它以其高品質的味道而聞名，其特點是柔和細膩的香氣，這使哥倫比亞咖啡獲得了國際的認可。

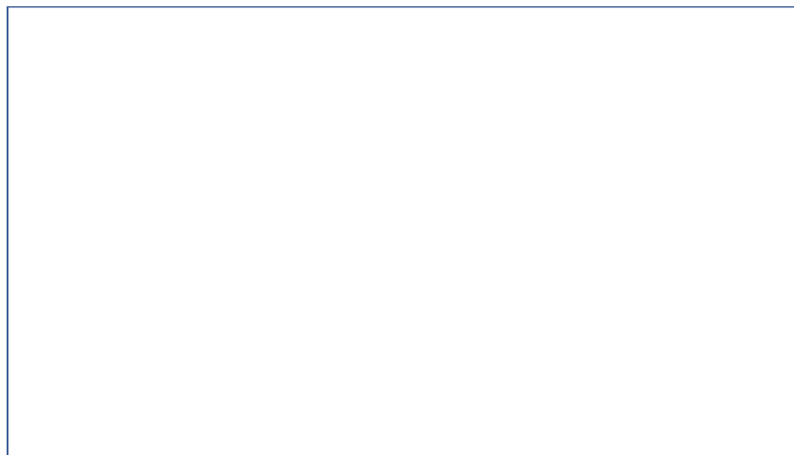
在此任務中，你須提供該植物的正確描述，然後你要應用傳統的二分法檢索表來鑑定出它的科名。

仔細查看咖啡植物提供的部分，然後用正確的術語來描述它的特徵。



你可以參考這張阿拉比卡咖啡植物的圖片來解決任何問題。

1. [1.00 分] 在下方空格內繪製所提供植物的一個簡單圖像。圖像應至少由兩片葉子組成，你必須畫出葉脈結構、葉子的詳細邊緣以及葉子的組成。



葉的觀察

2. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉形。

| | |
|--|-------|
| | 橢圓形 |
| | 線形 |
| | 長斜方形 |
| | 心形 |
| | 以上都不是 |

3. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物的葉子類型。

| | |
|--|-------|
| | 單葉 |
| | 複葉 |
| | 以上都不是 |

4. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉子排列方式 (phyllotaxy)。

| | |
|--|-------|
| | 互生 |
| | 對生 |
| | 輪生 |
| | 以上都不是 |

5. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉的表面。

| | |
|--|------------------------|
| | 有皺褶的 - 皺皺的，類似薄荷類的典型葉子 |
| | 平滑的 - 沒有任何毛狀物 |
| | 具短柔毛 - 表面毛狀 |
| | 糠枇狀 - 覆蓋著小鱗狀顆粒 |
| | 黏質的（粘性） - 覆蓋有粘性或樹脂狀分泌物 |

6. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉的主脈分佈。

| | |
|--|----|
| | 羽狀 |
| | 網狀 |
| | 掌狀 |
| | 平行 |



pinnate
羽狀



reticulate
網狀



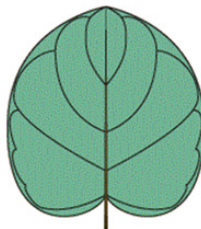
palmate
掌狀



parallel
平行

7. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的植物葉的側脈形式。

| | |
|--|-----|
| | 弓形脈 |
| | 分支脈 |



Brochidodromous -
弓型脈



Cladodromous -
分支脈



Eucamptodromous -
真曲脈

花的觀察

8. [0.5 分] 用 X 標記適用於被觀察植物的所有術語。

| | |
|--|-------|
| | 完全花 |
| | 不完全花 |
| | 單子葉植物 |
| | 雙子葉植物 |
| | 以上都不是 |

9. [0.25 分] 用 X 標記觀察到的花對稱性。

| | |
|--|--------------|
| | 輻射對稱花(輻射狀排列) |
| | 兩側對稱(無輻射狀排列) |
| | 以上都不是 |

10. [0.50 分] 寫下觀察到的花，各部份構造的數量：也可參考提供的圖片。

| | |
|----|--|
| 萼片 | |
| 花瓣 | |
| 花絲 | |
| 花柱 | |
| 柱頭 | |
| 心皮 | |



11. [0.25 分] 應用下面的圖片，用 X 標記花的子房類型。

| | |
|--|-----------------------------------|
| | 上位花 - 將子房封閉在花托中的花朵，雄蕊和花朵其他各部都位於上方 |
| | 下位花 - 雄蕊和其他花朵各部都位於心皮（或雌花器）下方的花朵 |
| | 子房周位 - 雄蕊和花朵其他各部與心皮處於同一水平的花朵 |



果實的觀察

12. [0.25 分] 觀察下一個問題中標記為圖 B 的咖啡果實圖片，然後在圖 A 上圈出它所屬的正確果實類型。如果都不屬於，則請留空。

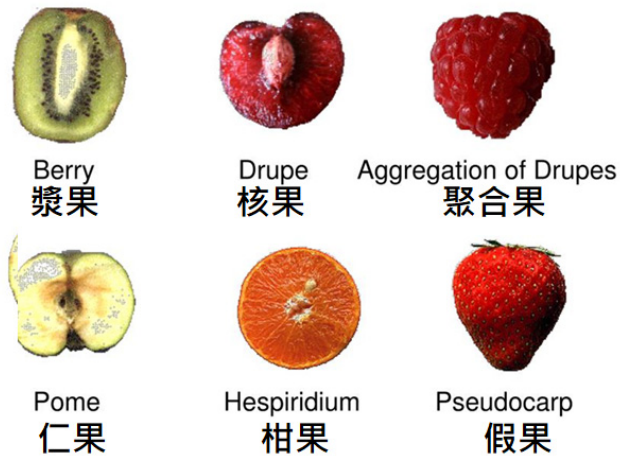


圖 A

13. [0.75 分] 在圖 B 的空白框中寫下下列正確的字母代號，以識別果實各個部分。

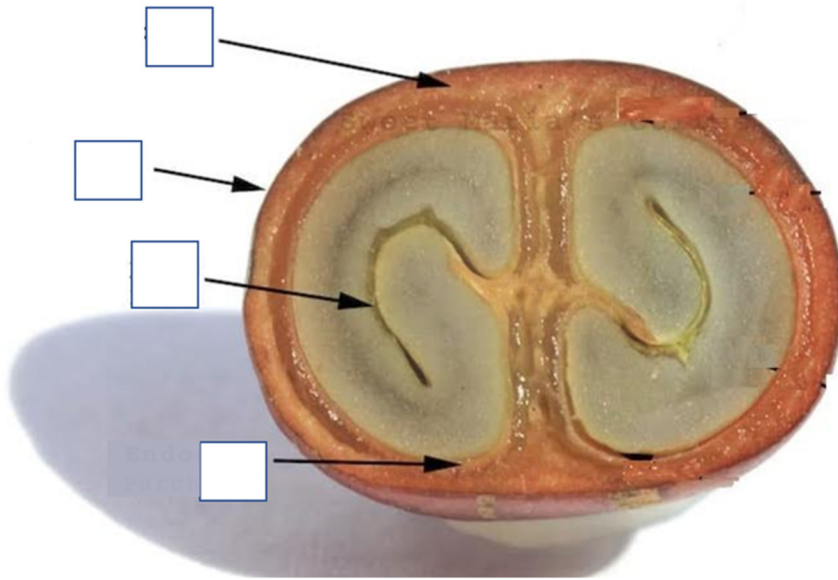


圖 B

A – endocarp 內果皮

B – endosperm fold 胚乳褶

C – mesocarp 中果皮

D – exocarp 外果皮

科名的鑑定

14. 參考你在前面的問題中的各種特徵，應用下一頁的二分法檢索表鑑定出所提供植物的科名。在最下面的框中依序寫下你的選擇，例如：1a。

1a. 植物高 5-30 毫米，寄生於松樹、落葉松和松樹上。花藥無柄 **槲寄生科**

1b. 成熟時更高或更長的植物，非寄生;花藥有絲 **2**

2a. 葉為複葉 **3**

2b. 葉為單葉 **10**

3a 雌蕊有 3 個花柱 **省沽油科**

3b 雌蕊有 1 個花柱 **4**

4a. 花被兩側對稱 **5**

4b. 花被輻射對稱 **6**

- 5a. 植株為具有掌狀複葉的樹 **無患子科**
- 5b. 植株為具有羽狀複葉的藤本植物 **紫薇科**
- 6a. 植株為藤本植物（雖然僅在基部附近為木質）；花的雄蕊數量多；果實為瘦果，
末端為細長羽狀 **毛茛科**
- 6b. 植株為直立灌木或喬木；花有 2-12 個雄蕊；果實不如上述 **7**
- 7a. 小葉有芳香腺點 **芸香科**
- 7b. 小葉無腺點 **8**
- 8a. 果實類翅果狀的裂果；子房 2 室，扁平狀；雄花器由 4-12 個雄蕊組成，通常為 8 個
無患子科
- 8b. 果實翅果或核果；雄花器由 2 或 5 個雄蕊組成 **9**
- 9a. 無花被；雄花器由 2 個雄蕊組成；果實為翅果；花通常為單性；成熟時為喬木
油橄欖科
- 9b. 花被存在，合瓣花；雄花器由 5 個雄蕊組成；果實核果；兩性花；成熟時為灌木
五福花科
- 10a. 莖的頂端部分多肉；葉細而鱗片狀，長 1-3 公厘；莖呈關節狀 **莧科**
- 10b. 莖的頂端部分為草本至木質；葉子有葉狀葉身，大多較長；莖不呈現關節狀 **11**
- 11a. 花序為頭狀花序 **菊科**
- 11b. 花序為聚繖花序或總狀花序 **12**
- 12a. 花被兩側對稱 **紫薇科**
- 12b. 花被輻射對稱 **13**
- 13a. 聚傘花序；每朵花各有 8 或 10 個雄蕊；花瓣粉紫色，長 10-15 公厘 **千屈菜科**
- 13b. 花序密集，成簇為短聚傘花序；花各有 4-5 個雄蕊；花瓣白色，長 5-8 毫米
茜草科

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | |

(1.3 分)

【完】