

題目名稱：名不「鬚」傳—見識玉米的神奇魔力

一、摘要

為了一嘗玉米的甘甜，大多數人都會將外面的葉和鬚剝除，然而，我們卻發現玉米鬚與葉，其實有著出色的抗氧化能力。我們利用不同方法檢測其抗氧化能力與抗氧化成分的含量，並發現相異的變因對抗氧化能力有著極大的影響。由這些抗氧化能力表現結果，我們認為玉米鬚、葉有極大的利用價值和潛力，並期待能在未來發現它們其他的應用，以減少農業廢棄物的產生。

二、探究題目與動機

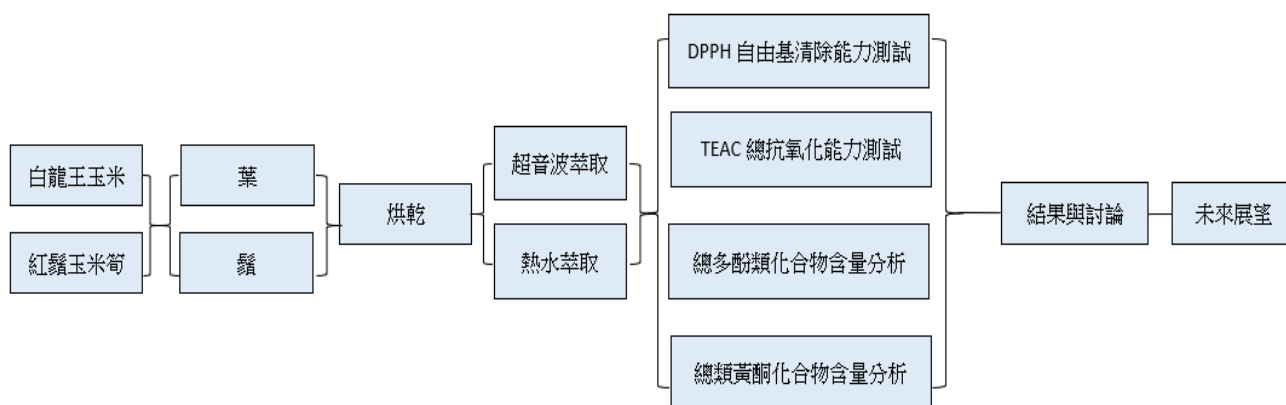
玉米是全世界重要的糧食產物，但是為了烹飪一道佳餚，往往會使大量的農業廢棄物產生，於是我們希望能解決這樣的問題，找出一種能有效利用玉米鬚和玉米葉的方法，減少資源的浪費。這時我們想到，近年來，人們愈來愈注重養生，有的人甚至會花大把的錢在保健食品上，若是玉米鬚和玉米葉具有抗氧化能力，或是我們能找出它們其他的益處，如此一來，天然的食物就能吸引人們將之利用，達到減少廢棄物的目的與效果。

三、探究目的與假設

- 一、以玉米的不同部位（鬚、葉）為變因，比較兩者的抗氧化能力
- 二、以玉米種類（紅鬚玉米筍、白龍王玉米）為變因，比較兩者的抗氧化能力
- 三、以萃取方式（熱水萃取、超音波萃取）為變因，找出較佳的萃取方式
- 四、分析紅鬚玉米筍和白龍王玉米之玉米鬚和玉米葉的抗氧化成分含量（總多酚類化合物含量分析、總類黃酮化合物含量分析）

四、探究方法與驗證步驟

探究方法與步驟

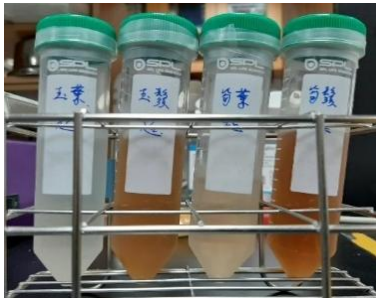


(圖一) 研究架構圖

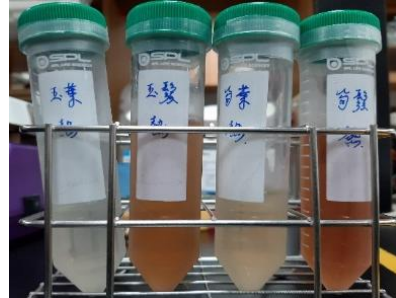
- 一、烘乾：將各樣品放置於烘箱 55±0.5°C 烘烤 1 小時
- 二、萃取：將各樣品剪碎，各取約 5g，於無菌操作台中與 d₂H₂O 以 1:10 之比例混合後，將 4

種不同樣品分別進行熱水萃取（放上加熱板以 $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ 進行萃取，萃取 1 小時）及超音波萃取（於振盪頻率 40Hz 下，持續振盪 1 小時。原溫： 36°C ，結束： 41°C ）

三、稀釋：以 $\text{d}_2\text{H}_2\text{O}$ 連續稀釋，配製不同濃度之樣品（1 X、0.8 X、0.6 X、0.4 X、0.2 X、0.1 X、0.05 X、0 X）



（圖二）超音波萃取液



（圖三）熱水萃取液

四、DPPH 自由基清除能力測試

實驗原理

2,2-Diphenyl-1-picryl hydrazyl 化合物在乙醇溶液中能自行產生 DPPH 自由基。DPPH 是一種穩定的自由基，溶於甲醇或乙醇中會呈現藍紫色。因此若樣品具有清除 DPPH 自由基的能力，就會阻斷後續的連鎖反應，使藍紫色的 DPPH 溶液轉成澄清的黃色，而呈現的顏色愈淡，表示捕捉 DPPH 自由基的能力愈強，也就表示此成分樣品的抗氧化能力越好。最後利用酵素免疫分析儀 OD： 517nm 判讀其吸光值，測定其抗氧化能力。

步驟

1. 取 $225\mu\text{L}$ Catechin 與 $1275\mu\text{L}$ $\text{d}_2\text{H}_2\text{O}$ 配製標準品
2. 取一 96 孔盤，吸取 $50\mu\text{L}$ 樣品，注入孔盤中，每個樣品做三孔（含標準品 Catechin）
3. 於 96 孔盤中，每一孔加入 $200\mu\text{L}$ DPPH 甲醇液
4. 於避光環境下靜置 30 分鐘
5. 以 OD： 517nm 進行吸光值測

五、TEAC 總抗氧化能力測試

實驗原理

將 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline)-6-sulfonic acid（簡稱 ABTS）加入水溶液中，經雙氧水及過氧化酵素（Peroxidase）於暗室反應，會呈現穩定之藍綠色，因此若加入樣品後，能清除自由基，則水溶液會逐漸澄清。最後再利用酵素免疫分析儀 OD： 410nm 判讀其吸光值，測定其抗氧化能力。

步驟

1. 為避免濃度過高，而看不出反應差異，故需先將樣品以 $\text{d}_2\text{H}_2\text{O}$ 連續稀釋，再配製成不同濃度（0.2 X、0.16 X、0.12 X、0.08 X、0.04 X、0.02 X、0.01 X、0 X）

2. 取一 96 孔盤，吸取 50 μ L 樣品注入孔盤中，每個樣品做三孔 (含標準品 Trolox)
3. 另外取一 50 mL 離心管，以錫箔紙將其包裹以避免光線直接照射內部；加入 Peroxidase、ABTS、H₂O₂ 工作液各 10 mL，製作 ABTS+工作液，並加入 d₂H₂O 將工作液調整至在 OD：410 nm 下讀值為 0.7 \pm 0.02
4. 於 96 孔盤中，每一孔加入 200 μ L ABTS+工作液
5. 於避光環境下靜置 1 分鐘後，以 OD：410 nm 進行吸光值測定

六、總多酚類化合物含量分析

實驗原理

多酚類化合物是植物二次代謝產物，是植物體內常見的成分，而多酚也是植化素的一種，能協助植物抵抗紫外線、病蟲和細菌，也可以提供植物顏色、氣味。總酚含量通常與抗氧化作用有正相關。將樣品加入酚試劑 (FolinCiocalteu's phenol)，再加碳酸鈉混勻後，試劑中的鎢鉬酸，會被還原使 W⁶⁺ 變為 W⁵⁺，生成藍色的化合物，而多酚含量與顏色深淺則呈正相關。最後利用酵素免疫分析儀以 OD：700 nm 進行吸光值測定，測定其抗氧化能力。

步驟

1. 取一 96 孔盤，吸取 50 μ L 樣品注入孔盤中，每個樣品做三孔 (含標準品 Gallic acid)
2. 於 96 孔盤中，每一孔加入 30mL FCR
3. 於 96 孔盤中，每一孔加入 Na₂CO₃
4. 於避光環境下靜置 20 分鐘
5. 以 OD：700 nm 進行吸光值測定

七、總類黃酮化合物含量分析

實驗原理

黃酮類是多酚類的一群，大多為醇溶性，是植物體內常見的成分，能讓植物顯示出不同顏色，部分對於人體有保健的效益。類黃酮在鹼性環境下可以和 NaNO₂ 形成穩定的紅色錯化物，具有類黃酮之物質與 AlCl₃ 反應則會產生黃色錯合物。樣品加入硝酸鋁和醋酸鉀進行呈色反應，利用酵素免疫分析儀以 OD：510nm 進行吸光值測定，即可測定其抗氧化能力。

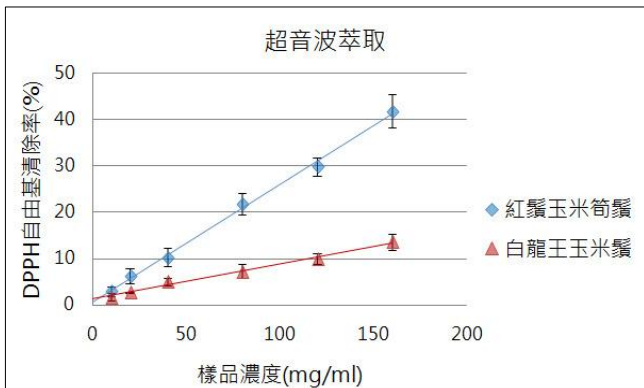
步驟

1. 取 225 μ L Catechin 與 1275 μ L d₂H₂O 配製標準品
2. 取一 96 孔盤，吸取 50 μ L 樣品，注入孔盤中，每個樣品做三孔 (含標準品 Catechin)
3. 於 96 孔盤中，每一孔加入 20 μ L NaNO₂，反應 6 分鐘
4. 於 96 孔盤中，每一孔加入 40 μ L AlCl₃，反應 5 分鐘
5. 於 96 孔盤中，每一孔加入 130 μ L NaOH
6. 於 96 孔盤中，每一孔加入 55 μ L d₂H₂O
7. 以 OD：510nm 進行吸光值測定

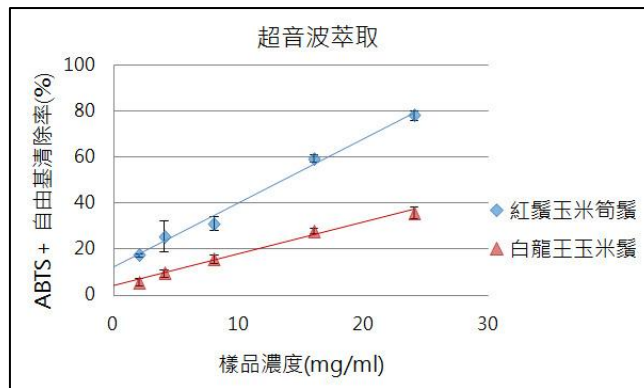
研究結果與討論

結果一

以超音波萃取鬚，DPPH 自由基清除能力測試和 TEAC 總抗氧化能力測試之抗氧化能力數據如下：



(圖四) DPPH 自由基清除能力測試



(圖五) TEAC 總抗氧化能力測試

由以上數據可得初步結論：**紅鬚玉米筍鬚的抗氧化能力優於白龍王玉米鬚**

原因探討

對於品種造成的抗氧化能力差異，我們認為紅鬚玉米筍的抗氧化能力之所以會這麼突出，與其顏色有關，從外表就明顯可見紅鬚玉米筍的顏色較白龍王玉米深，這是因花青素含量差異所致。花青素屬多酚類化合物中黃酮類的一種，擁有抗氧化能力，所以造成紅鬚玉米筍抗氧化能力優於白龍王玉米的結果。除此之外，玉米筍為玉米的幼嫩果穗，在未成熟時便被摘下，可能是因成熟度的不同，而改變了抗氧化成分的含量。我們在搜尋資料後，發現未成熟的玉米之多酚類化合物、黃酮類化合物會多於成熟玉米，由次也可推斷為什麼玉米筍的抗氧化力會優於玉米的原因。

結果二

以 DPPH 自由基清除能力測試和 TEAC 總抗氧化能力測試，比較鬚熱水萃取與超音波萃取的效果結果如下表：

(表一) 不同萃取方式之比較

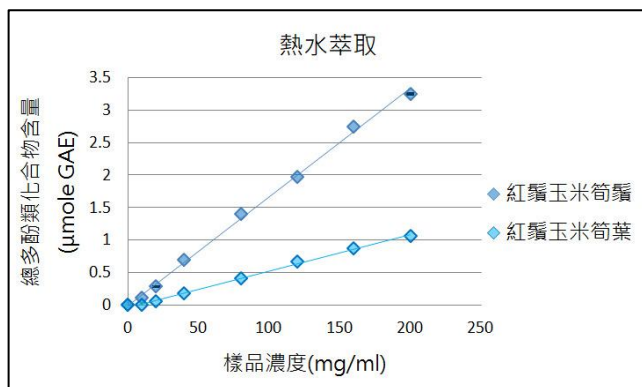
不同萃取方式之比較	紅鬚玉米筍鬚	白龍王玉米鬚
DPPH (自由基清除能力)	熱水萃取 > 超音波萃取	熱水萃取 > 超音波萃取
TEAC (抗氧化能力)	熱水萃取 > 超音波萃取	熱水萃取 > 超音波萃取

原因探討

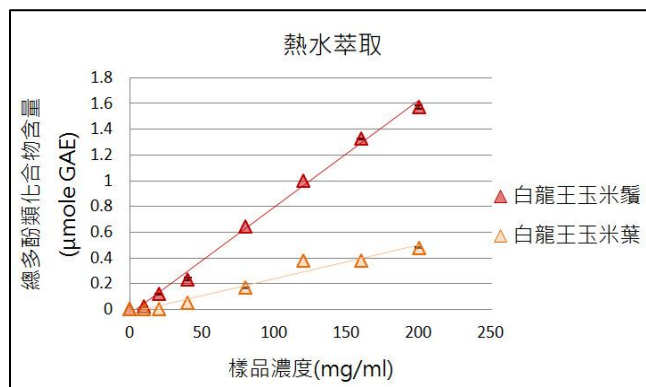
對於這項實驗的結果，我們感到有些意外，因為超音波萃取的適用性廣，可應用於多數材料，且降低了萃取溫度，能避免一些物質因熱而變質、分解，同時也大大縮短了提取所需的時間，提高了萃取效率。但實驗數據卻顯示熱水萃取效果反而比超音波萃取的結果更為突出。對於這樣的結果，我們推測這可能是因玉米鬚、葉中的抗氧化成分較不易因溫度而受到破壞，加熱反而可能促使這些物質被萃取出，有研究論文甚至提到「**酚類物質會與植物細胞壁的多醣相連，而較高的溫度會分解酚類物質與細胞壁基質的鍵結，導致酚類有更好的提取效果**」，因此我們也建議人們以熱水泡製玉米鬚茶，已達較好的抗氧化效果。

結果三

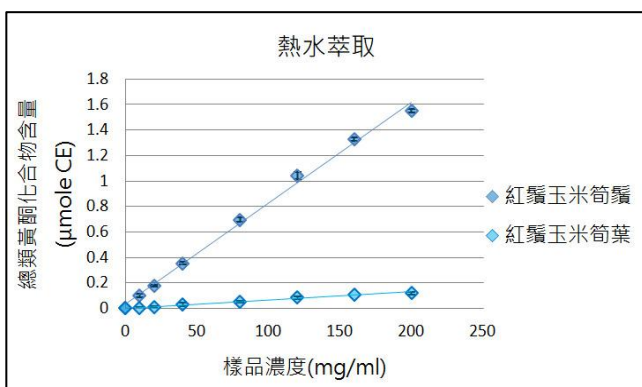
由於實驗中，我們發現熱水萃取之樣品較超音波萃取有最佳的抗氧化能力，故接下來的實驗，我們皆以熱水萃取來做研究探討，並比較鬚與葉之抗氧化物質含量，實驗數據如下：



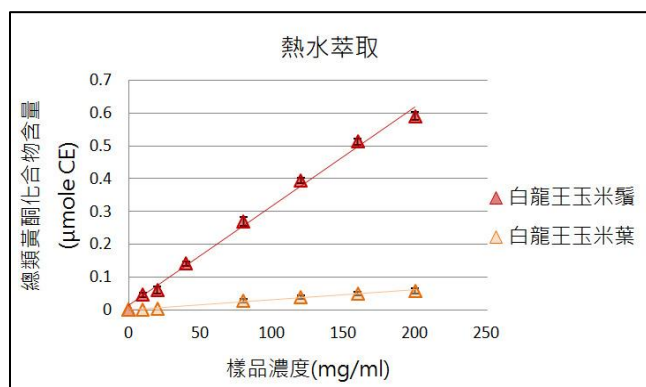
(圖六) 總多酚類化合物含量分析



(圖七) 總多酚類化合物含量分析



(圖八) 總類黃酮化合物含量分析



(圖九) 總類黃酮化合物含量分析

原因探討

由實驗數據可知，不論品種，鬚皆較葉含有更多的多酚類化合物與黃酮類化合物，這或許跟它們在植物體內的功用有關。玉米鬚其實源自玉米的雌蕊的花柱與柱頭，屬於生殖器官，故我們推測玉米鬚生理機能的調控可能較複雜，需有較多的多酚、類黃酮來參與或幫助化學反應的進行，另一方面這也可能是因雌蕊需花青素來幫助成色，提高了類黃酮的含量。反觀玉米葉，

因為屬營養器官，且會進行光合作用，含有較多脂溶性的葉綠素，不易以水萃方式取得，在以水為溶劑的萃取方式下不易溶出，即使葉綠素具有抗氧化力，也無法反映在實驗數據上。

五、結論與生活應用

金「玉」其外，「敗鬚」其中？真的是如此嗎？透過本次的研究，我們發現玉米鬚與玉米葉內皆含有能抗氧化的成分，玉米鬚並不是所謂的「敗鬚」，反而是營養的所在，不該為我們所拋棄。由我們的實驗可知，紅鬚玉米筍鬚具有最好的抗氧化能力以及最多的總多酚、總類黃酮化合物含量。我們也做了許多比較，發現不同的萃取方式、品種與部位皆是能夠造成抗氧化能力差異的變因，更得到熱水萃取優於超音波波萃取、鬚優於葉、紅鬚玉米筍優於白龍王玉米的結果。

由以上結果來看，玉米鬚、葉不僅具有抗氧化能力，其中造成能力差異的原因也有很多。根據我們的實驗結果，我們鼓勵大家選擇顏色較深的玉米或玉米筍，且在食用時不要將玉米鬚丟棄，而應該將它們蒐集起來，甚至可以在洗淨後搭配玉米葉一起製成自己獨一無二的玉米鬚茶。

關於玉米鬚、葉的利用，除了探究其抗氧化力，其實我們還想檢測其是否擁有抑菌、提升免疫力的能力。如今疫情肆虐，若是能了解玉米鬚、葉在抑菌與提升免疫力上的成效，就可進一步將其製作成產品，成為防疫的一大利器。對於玉米鬚、葉的運用，我們抱持著樂觀積極的態度，希望我們的研究可以帶給大家更多啟發，願意進一步發掘它們的潛力與價值。在環保意識抬頭的今日，或許只要我們多發揮一點想像力，這些農業廢棄物也可以有物盡其用的一天。希望大家能珍惜身邊的食物，為環境與地球進一份心力。

參考資料

- 一、戴宏軒。硬質玉米鬚熱水萃取物機能性成分及抑制糖化活性之研究。NDLTD 台灣博碩士論文知識加值系統。
- 二、白芝綺 (2009)。植物多酚抗氧化之功能。NDLTD 台灣博碩士論文知識加值系統。
- 三、陳榮秀、楊朝成、林小菁、羅苓瑜。中草藥化粧品中抗氧化能力之有效性評估。(2005-02-28)。
- 四、陳蔚承。玉米家族都是寶 抗氧化、助排便。康健雜誌。(2017-10-19)
- 五、行政院環保署農業廢棄物宣導。(網址：<https://agriculture.epa.gov.tw/>)。
- 六、郭志紅、周鴻立。玉米須黃酮類化學成分及藥理作用研究進展。中國實驗方劑學雜誌第21卷第8期。(2015-04-20)
- 七、沈馨仙、郭旻奇、張思平、鍾佳玲、楊榮季(2010) 抗氧化劑及常見之抗氧化活性評估方法。
- 八、郭芯辰(2019)。比較熱處理及非熱電漿處理對藍莓抗氧化性質的影響。NDLTD 台灣博碩士論文知識加值系統。