中華民國第54屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生活與應用科學科

030813

葉綠素的長生之道

學校名稱：雲林縣立雲林國民中學

作者：	指導老師：
國二 陳佳宜	蔡玉茹
國二 張凱茵	尤佐丞
國一 譚玉婕	

關鍵詞：葉綠素、分光計、地瓜葉

葉綠素的長生之道

摘要

以校園地瓜葉為材料，萃取葉綠素酒精溶液前，先以熱水加熱 10 分鐘與 15 分鐘，其葉綠素萃取效果最好。在 pH5 以上之處理，較能維持住葉綠素之色澤，即便在一週後仍呈現綠色，pH3 處理者無法使葉綠素穩定。日照處理較其他 LED 光質如紅光、藍光、綠光與白光處理者，其葉綠素穩定性最差，且日照 48 小時比日照 24 小時處理者，葉綠素劣變明顯；反之，LED 藍光處理者色澤穩定度較佳，故建議以藍色作為裝取精力湯容器之顏色。高溫處理組(60℃-65℃)葉綠素保存較室溫(25℃-28℃)與低溫(4℃-5℃)不易。為了保持新鮮地瓜葉汁液的鮮度應避免日光直接曝曬。應用電腦 Microsoft Word 軟體 RGB 三原色(R 為紅色、G 為藍色、B 為綠色)數值，估算其葉綠素含量，達到簡單、快速、易操作等優點。

壹、研究動機

食安問題在 2013 年層出不窮，其中銅葉綠素被濫用至食用油、麵條等食物中，更讓人人心惶惶。原因來自於葉綠素的安定性差，需用銅離子取代鎂離子。在食品工業中，對於如何保持綠色蔬菜中葉綠素不被破壞將視為重要課題。

另外，近來發現葉綠素具有抗氧化的功效，而身體中的自由基所造成的不正常氧化，往往是我們老去或得癌症的原因。雖然葉綠素從前不常在營養學界被探討，但了解葉綠素的穩定因子，以作為天然食用色素的應用上，將受到極大的重視。故我們以近年來，被人們廣為推崇的地瓜葉為材料，取自校園有機田間栽培，探討天然葉綠素的生存之道。

貳、研究目的

一、了解地瓜葉在經過熱水加熱不同時間後葉綠素的變化。
二、研究地瓜葉葉綠素在不同 pH 值的保鮮度。
三、找出地瓜葉葉綠素在不同光質下的穩定性。
四、研究地瓜葉葉綠素在不同溫度的顏色蛻變過程。
五、新鮮地瓜汁液在不同光質下的保鮮度。

參、 研究設備與器材

校園有機地瓜葉、95%乙醇、剪刀、精密天秤、燒杯、量筒、試管、溫度計、鑷子、滴管、玻棒、pH meter、氫氧化鈉、鹽酸、蒸餾水、研缽、濾紙、酒精燈、三角架、陶瓷纖維網、蒸餾水、LED 燈(紅光、藍光、綠光與白光)、A4 紙箱、美工刀、電池、鱷魚夾、相機、溫乳器、冰箱、碼錶、果汁機、紗布、電腦

肆、研究過程與方法

一、了解地瓜葉在經過熱水加熱不同時間後葉綠素的變化。

1.摘取校內自產新鮮有機地瓜葉
2.將地瓜葉葉片去除葉柄的部分
3.將地瓜葉葉片分為 4 組，每組 2g
4.將葉片放置熱水中煮軟，第一組: 持續加熱 5 分鐘、第二組: 持續加熱 10 分鐘、第三組: 持續加熱 15 分鐘、第四組: 不加熱(對照組)
5.將四組葉片分別放入 50ml 的酒精中溶出葉綠素 20 分鐘(以隔水加熱酒精，將酒精維持於 65℃~70℃)
6.觀察其顏色變化並拍照記錄
7.觀察試管內葉綠素顏色，與 Microsoft Word RGB 三原色做對應，紀錄數值，並畫圖

二、 研究地瓜葉葉綠素在不同 pH 值的保鮮度。

1.摘取校內自產新鮮有機地瓜葉
2.將地瓜葉葉片去除葉柄的部分
3.將葉片放入熱水中煮 10 分鐘
4.將所有葉片每 2g 一組，分別放入 50ml 的酒精中溶出葉綠素 20 分鐘(以隔水加熱酒精方式，將酒精維持於 65℃~70℃)
5.以鹽酸與氫氧化鈉調配 pH3、pH5、pH7(蒸餾水)、pH9、pH11 等溶液
6.取 10ml 的葉綠素酒精萃取液 5 組，分別加入 pH3、pH5、pH7、pH9、pH11 的溶液各 10ml
7.經玻棒充分混和後，觀察其顏色變化並記錄其 pH 值與拍照
8.連續 3 天做相同的實驗以比較葉綠素的顏色變化
9.觀察試管內葉綠素顏色，與 Microsoft Word RGB 三原色做對應，紀錄數值，並畫圖

三、 探討地瓜葉葉綠素在不同光質下的穩定性。

1.摘取校內自產新鮮有機地瓜葉
2.將地瓜葉葉片去除葉柄的部分
3.將葉片放入熱水中煮 10 分鐘
4.將所有葉片每 2g 一組，分別放入 50ml 的酒精中溶出葉綠素 20 分鐘(以隔水加熱酒精方式，將酒精維持於 65℃~70℃)
5.將 A4 紙箱倒放並用紙板隔成兩區塊，在紙箱隔版兩邊底部各挖出兩個剛好能讓燈泡卡住的小洞
6.用紅光、藍光、綠光與白光的 LED 燈泡各 2 顆，照射 20ml 葉綠素酒精溶液
7.並設計無光照與日照組作為對照組

8.連續照射 48 小時與 24 小時不同光質處理
9.觀察其葉綠素顏色變化並拍照
10.觀察試管內葉綠素顏色，與 Microsoft Word RGB 三原色做對應，紀錄數值，並畫圖

四、 研究地瓜葉葉綠素在不同溫度的顏色蛻變過程。

1.摘取校內自產新鮮有機地瓜葉
2.將地瓜葉葉片去除葉柄的部分
3.將葉片放入熱水中煮 10 分鐘
4.將所有葉片每 2g 一組，分別放入 50ml 的酒精中溶出葉綠素 20 分鐘(以隔水加熱酒精方式，將酒精維持於 65℃~70℃)
5.將葉綠素酒精溶液分為 3 組，第一組放入冰箱冷藏，第二組放在室溫，第三組放在溫乳器高溫 60℃左右，並維持溫度
6.觀察其顏色變化並紀錄之
7.4 小時後、8 小時後做相同的實驗以比較葉綠素的顏色變化
8.並設計 0 小時未處理組作為對照
9.將試管內葉綠素顏色，與 Microsoft Word RGB 三原色做對應，紀錄數值，並畫圖

五、新鮮地瓜葉汁液在不同光質下的保鮮度。

1.摘取校內自產新鮮有機地瓜葉
2.將地瓜葉葉片去除葉柄的部分
3.將葉片 20g 加入 200ml 的蒸餾水中，以果汁機攪拌均勻
4.再將地瓜葉汁液經紗布過濾
5.將 A4 紙箱倒放並用紙板隔成兩區塊，在紙箱隔版兩邊底部各挖出兩個剛好能讓燈泡卡住的小洞
6.用紅光、藍光、綠光與白光的 LED 燈泡各 2 顆，照射 20ml 地瓜葉溶液
7.並設計無光照與日照組做為對照組
8.連續照射 48 小時與 24 小時不同光質處理
9.並設計未處理組，此為現場新鮮現打之地瓜葉
10.觀察其葉綠素顏色變化並拍照

伍、 研究結果與討論

一、 了解地瓜葉經過熱水加熱在不同時間後葉綠素萃取顏色的變化。

(一)結果:將地瓜葉片放置熱水中，第一組: 持續加熱 5 分鐘、第二組: 持續加熱 10 分鐘、第三組: 持續加熱 15 分鐘、第四組: 不加熱(對照組)等四處理，而後將四組葉片各 2g 分別放入 50ml 的酒精中溶出葉綠素 20 分鐘，以隔水加熱法，使酒精維持於 65℃~70℃，避免超過燃點，結果顯示經過熱水加熱 10 分鐘與 15 分鐘處理之葉綠素酒精溶液，肉眼觀察其顏色變化無顯著差異，皆呈現深綠色，而不經過熱水加熱對照組，其顏色最淺。顏色由淺至深依序為，不經過熱水加熱、

熱水加熱 5 分鐘、熱水加熱 10 分鐘與 15 分鐘處理之葉綠素酒精溶液。其中以熱水加熱 10 分鐘與 15 分鐘處理者為最深，如圖 1。

(二)討論:此與生物課本實驗中葉綠素萃取流程相符，雖然科學上葉綠素萃取，多將葉片使用解剖刀略微切碎後，不經熱水加熱酒精，直接將葉片置於 5ml 100%酒精內，於室溫下放置黑暗處隔夜，再進行分光光度計測定(張致盛、張林仁，2005)。但減少此熱水加熱步驟雖較為方便，但經熱水加熱軟化葉片，破壞細胞組織，萃取更多之葉綠素，提高地瓜葉片葉綠素萃取濃度仍有其必要性。故後續之實驗在不同 pH 值、不同光質及不同溫度處理，對地瓜葉綠素顏色蛻變的影響過程中，仍會先將地瓜葉以熱水煮 10 分鐘，在進行酒精隔水加熱，以達最佳葉綠素萃取效果。

許多前人研究中，已利用一種攝影、圖像分析等非破壞性測量方式，推測植物的葉綠素含量，如 SPAD 葉綠素計，已被廣泛的應用在農業作物上（Gupta et al. 2013)，研究中更指出，RGB 三原色與 SPAD 數值，在馬鈴薯上有高度相關性(Gupta et al. 2013)。RGB 影像分析能提供農業上各種的資訊，如草坪顏色的量化、種子及作物的辨識度等應用(Satya and Yasuomi 2010)，徐光輝等學者亦提出菸草葉片葉綠素含量，與 RGB 的顯著相關性，在棉花、小麥、黃瓜皆有廣泛的應用(徐光輝等，2007)。電腦視覺技術，在農業工程與食物科學上，探討葉綠素含量，以廣泛被研究與接受(Juliana and Fabiana 2012；Mahdi et al. 2012；Riccardi et al.2014)。

所以我們將不同加熱時間處理的葉綠素試管顏色，經過三位作者共同觀察下，對應電腦 Microsoft Word 軟體 RGB 三原色(R 為紅色、G 為藍色、B 為綠色)數值，並記錄下來。再以徐光輝等學者提出 y =-0.463+8.952*x，換算其葉綠素含量，y 值為葉綠素含量，x 值為 B/(R+G)，如圖 2 ，或許其數值非實際標準值，但仍與網路資料收尋之地瓜葉葉綠素值相差不遠。

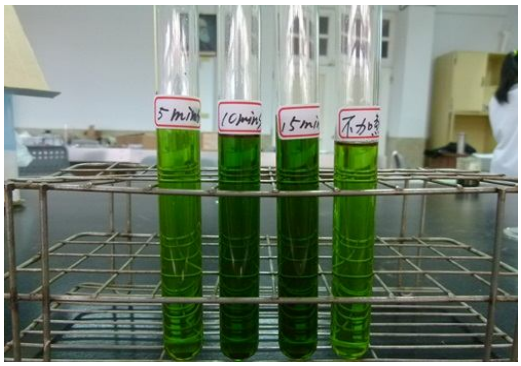


圖 1. 加熱 5、10、15 分鐘、不加熱

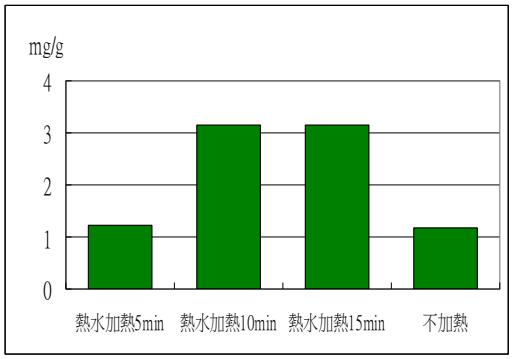


圖 2. 以 RGB 換算葉綠素之估計值

二、 研究地瓜葉葉綠素在不同 pH 值的保鮮度。

(一)結果:以上述方式萃取出葉綠素酒精溶液後，各取 10ml 的葉綠素酒精溶液 5 組，分別加入 pH3、pH5、pH7、pH9 與 pH11 的溶液各 10ml，經玻棒充分混和後，pH3 試管顏色明顯較其他 pH5、pH7、pH9 與 pH11 試管為淡，而 pH11 試管顏色明顯較深，pH5、pH7 與 pH9 試管顏色無明顯差異，如圖 3。5 組試管溶液皆澄清無漂浮物，然以 pH7 試管最為澄清，隨即測量 pH 值，如表 1。三小時後觀察，發現 pH3 試管顏色由綠轉黃褐,變化最為明顯，且溶液較為混濁，其它試管變化較不明顯。

試驗一天後，pH3 試管顏色變化最為明顯，顏色由綠轉黃，且有沉澱物，pH5、pH7 與 pH9 試管顏色呈現綠色,雖有漂浮物,混濁但未有沉澱物質，以 pH11 試管最為澄清且深，如表二、圖 4。將試驗一天後試管與當天實驗之試管相比較，發現試驗一天後試管皆因蒸發量而使液面高度下降，如圖 9。其 pH 值應隨時間拉長，酸性物質應更酸；鹼性物質應更加鹼，但由表一得知，當天 pH3、pH5、pH7、pH9 處理後，其 pH 值小於 7，隨時間增長，pH 值越趨近於 7，反之 pH11 則由當天的 10.7，一天後為 9.9，二天後為 9.2。故推測其沉澱物可能影響其 pH 值之因素。然礙於國中階段，無分光光度計設備故無法實際了解葉綠素之含量轉變。

(二)討論:因之前的初步實驗，無法在不同時間點，以肉眼辨識試管顏色有無差異，故設計連續 3 天做相同的實驗，以方便觀察不同處理之葉綠素隨時間的顏色變化，如圖 9、圖 10、圖 11。

試驗七天後，試管顏色皆變淡，pH5、pH7、pH9 與 pH11 試管仍維持綠色，沉澱物為綠色，pH3 處理者溶液呈淡黃色，沉澱物為黃褐色，如圖 13、圖 14。由圖 15 得知，pH3 處理者無法維持其綠色穩定，pH5 以上之處理較能維持住葉綠素之色澤。此與前人研究中葉綠素於酸性狀態下，容易脫鎂反應變色符合(王壁娟，1984；劉正格，1997)，所以提高 pH 值，較能維持住葉綠素之色澤(劉正格，1997)。

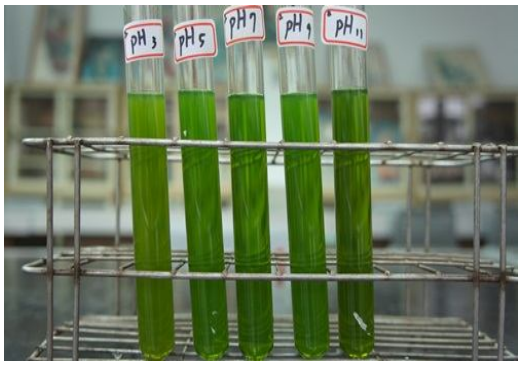
最後應用 RGB 影像分析，我們將不同 pH 處理的葉綠素試管顏色，對應電腦 Microsoft Word 軟體 RGB 三原色(R 為紅色、G 為藍色、B 為綠色)數值，並記錄下來。再以徐光輝等學者提出 $y = -0.463+8.952*x$，換算其葉綠素含量，y 值為葉綠素含量，x 值為 B/(R+G)，如圖 3-1、圖 4-1、圖 5-1、圖 12。以估算葉綠素之保鮮度，且此方式能簡單、快速、易操作等優點，取代傳統式耗材且昂貴的分光光度計設備。

	加入後 pH 值(當天)	一天後	二天後
pH=3	4.1	4.2	4.2
pH=5	5.9	6.2	6.2
pH=7	6.1	6.5	6.5
pH=9	6.7	7	6.8
pH=11	10.7	9.9	9.2

表 1

		當天	一天後	二天後
文字描述	pH=3	三小時後顏色由綠轉黃褐, 沉澱物少, 混濁	顏色轉黃, 沉澱物明顯，黃褐色	顏色淺黃, 沉澱物多, 清澈
	pH=5	顏色淺綠, 清澈，漂浮物少	顏色綠, 漂浮物多, 混濁	顏色綠, 混濁, 漂浮物少
	pH=7	顏色綠, 清澈	顏色綠, 有漂浮物。數量不多	顏色綠, 漂浮物少
	pH=9	顏色綠，幾乎沒有飄浮物。	顏色綠, 有漂浮物也有沉澱。漂浮物數量適中。顆粒大	顏色綠, 漂浮物多, 顆粒小
	pH=11	顏色深綠。	顏色綠(比二天後顏色淡)	顏色最深綠

表 2



pH： 3、 5、7、9、11

圖 3. 當天變化

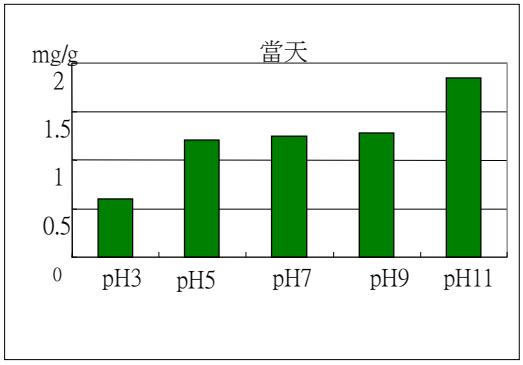
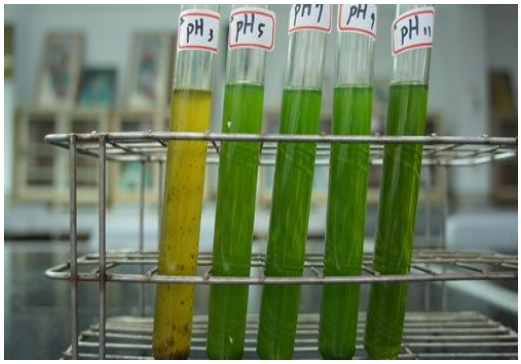


圖 3-1. 以 RGB 換算葉綠素之估計值



pH： 3、5、7、9、11

圖 4. 一天後變化

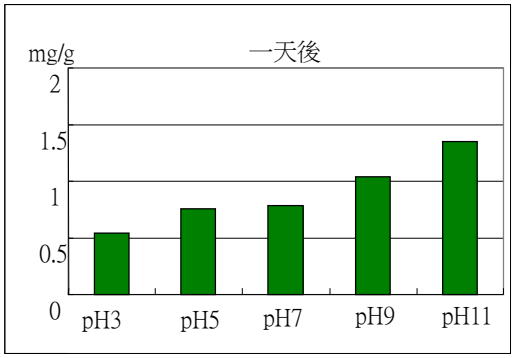
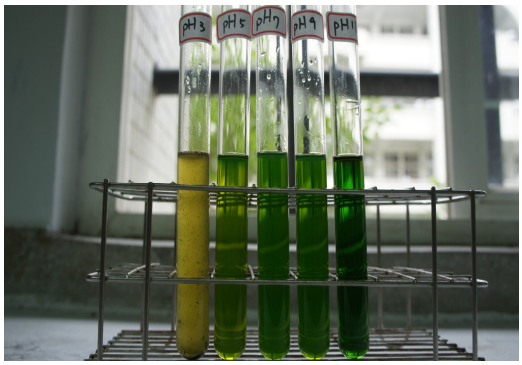


圖 4-1. 以 RGB 換算葉綠素之估計值



pH： 3、5、7、9、11

圖 5. 二天後變化

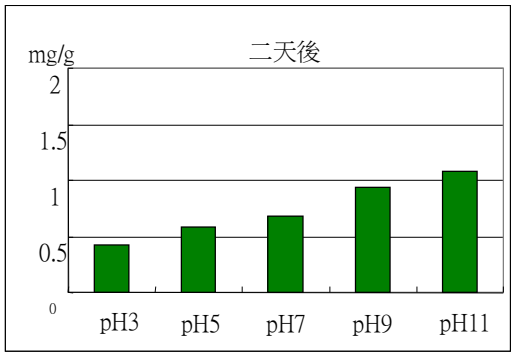
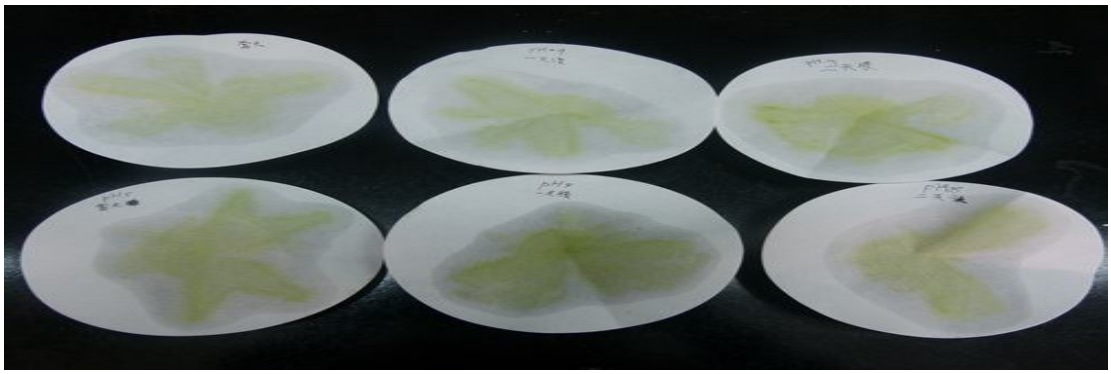


圖 5-1. 以 RGB 換算葉綠素之估計值

當天 pH=9　　一天後 pH=9　　二天後 pH=9



當天 pH=5　　一天後 pH=5　　二天後 pH=5

圖 6. 沉澱物在濾紙上的表現

圖 7. 學生量取葉綠素酒精溶液

圖 8. 學生測量 pH 過程一

pH3	
一天後	當天

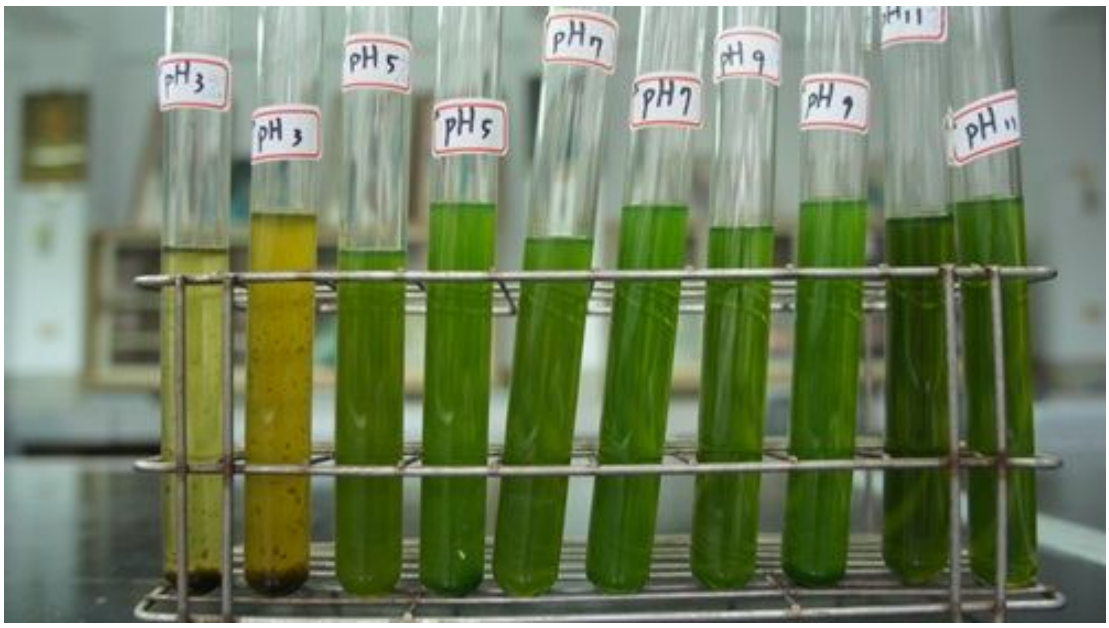
pH5	
一天後	當天

pH7	
一天後	當天

pH9	
一天後	當天

pH11	
一天後	當日

圖 9. 一天後與當天之變化



pH3		pH5		pH7		pH9		pH11	
二天後	一天後	二天後	一天後	二天後	一天後	二天後	一天後	二天後	一天後

圖 10. 二天後與一天後之變化

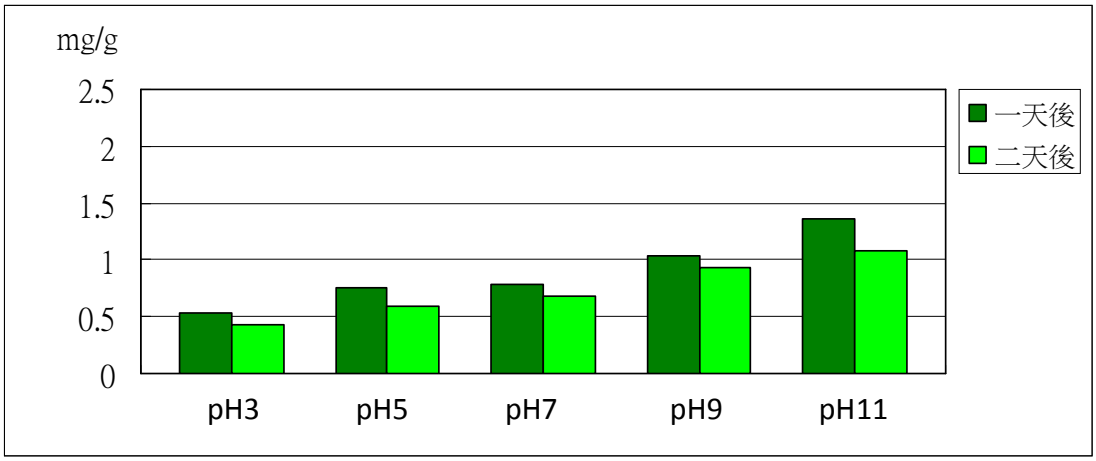
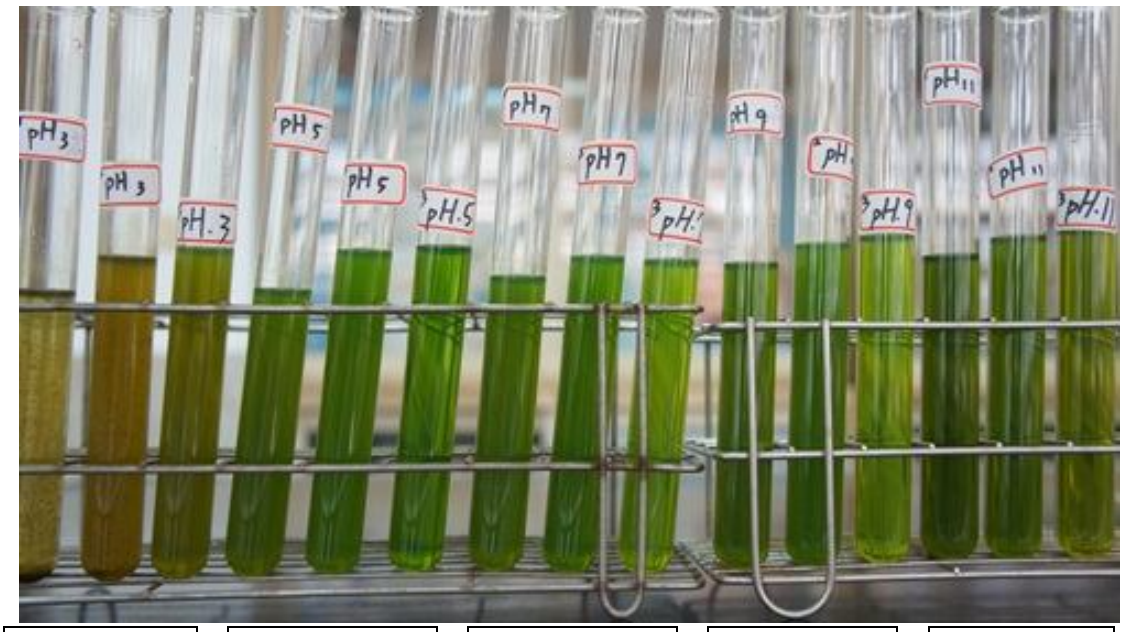


圖 10-1. 以 RGB 換算葉綠素之估計值



pH3			pH5			pH7			pH9			pH11		
二天後	一天後	當天	二天後	一天後	當天	二天後	一天後	當天	二天後	一天後	當天	二天後	一天後	當天

圖 11. 二天後、一天後與當日之變化

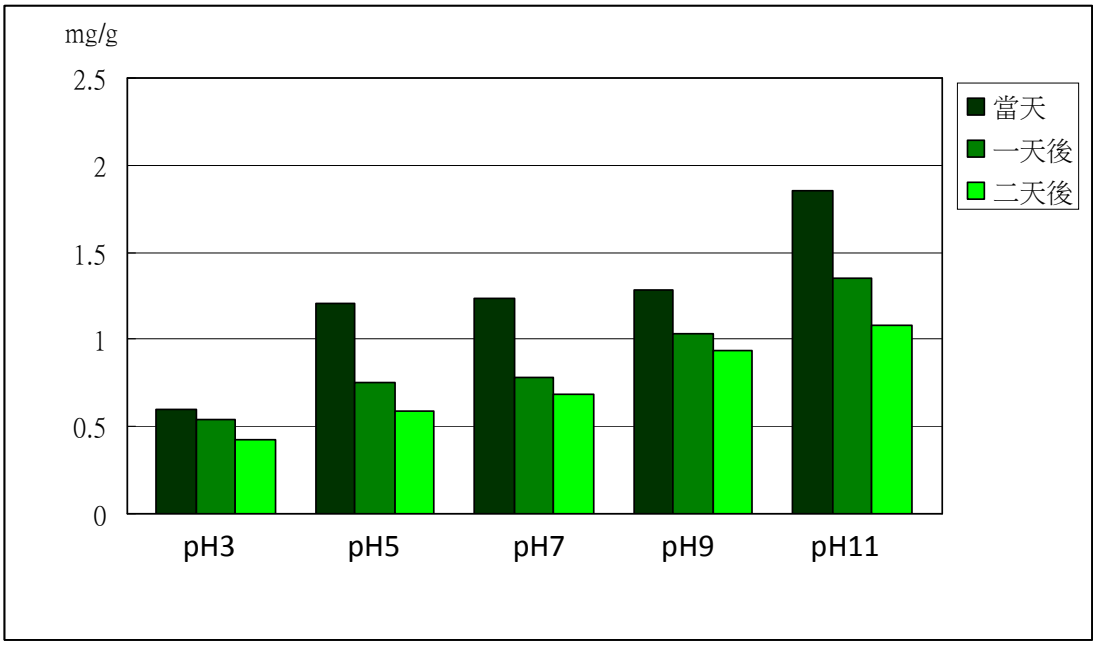
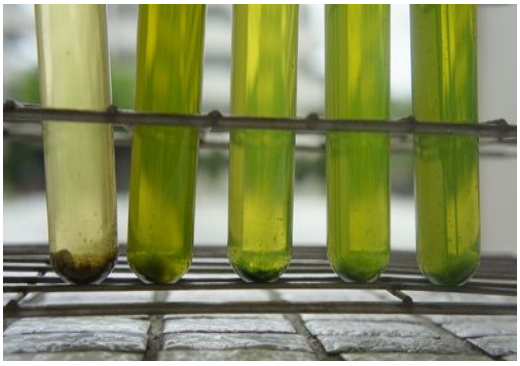


圖 12. 以 RGB 換算葉綠素之估計值

pH： 3、5、7、9、11

圖 13. 一周後變化



pH： 3 、 5 、 7 、 9 、 11

圖 14. 一周後沈澱物變化

pH3			pH5			pH7			pH9			pH11		
9天後	8天後	7天後	9天後	8天後	7天後	9天後	8天後	7天後	9天後	8天後	7天後	9天後	8天後	7天後

圖 15. 7 到 9 天試驗後各處理之變化

三、 探討地瓜葉葉綠素在不同光質下的穩定性。

(一)結果:以上述方式萃取出葉綠素酒精溶液後，各取 20ml 的葉綠素酒精溶液 6 組，分別以紅光、藍光、綠光、白光的 LED 燈以及日照、無光處理。連續照射 48 小時與 0 小時未處理組(20ml)相較，溶液高度明顯下降，而色澤以日照處理組顏色最淡，其餘處理無明顯差異，如圖 16。連續照射 24 小時與 0 小時未處理組(20ml)相較，高度也略為下降，而色澤仍以日照處理組顏色較淡，其餘處理無明顯差異，如圖 17。

(二)討論:日照處理組為全部處理中顏色最淡者，若以日照 48 小時和 24 小時互相比較，日照 48 小時比 24 小時顏色淡，如圖 18。此結果與前人研究，葉綠素 a

經光照 22 小時後，其含量隨著光照時間增加而減少相符(黃敬熙，1995)。LED 紅光與白光處理組，液體顏色則無明顯變化。然 LED 藍光與綠光處理組，以照射 48 小時和照射 24 小時比較，照射 48 小時者液體顏色較深；而照射 24 小時液體顏色較淺，以藍光較綠光為明顯，如圖 19、圖 20。

此結果與前人研究，光質處理對茶樹茶菁兒茶素及葉綠素含量之影響，結果相符(林佳妮，2008)，藍光照射處理，其葉綠素含量均較紅光照射處理者多。雖然藍光的能量較強，有可能會破壞葉綠素，但可能在照射時間不長的情形下，仍以藍光處理組之葉綠素最穩定。前人研究中亦指出葉綠素會受光質所影響(陳雅瑛，1991；黃敬熙，1995)。

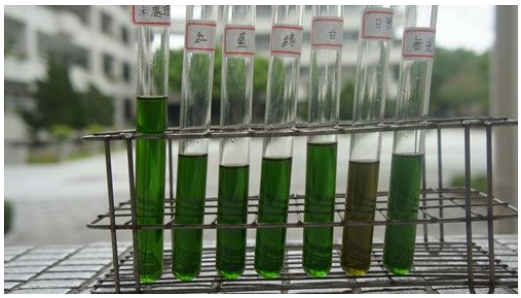


圖 16. 不同光質連續照射 48 小時
依序:未處理、紅、藍、綠、白、日照、無光

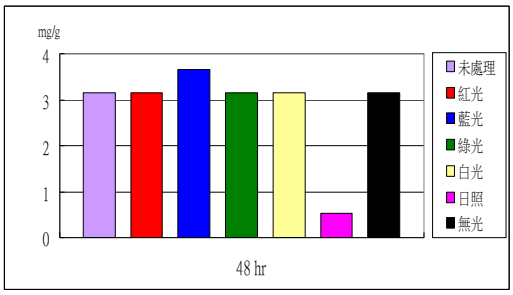


圖 16-1 以 RGB 換算葉綠素之估計值
依序:未處理、紅、藍、綠、白、日照、無光

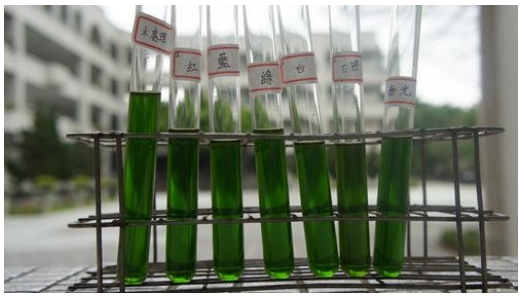


圖 17. 不同光質連續照射 24 小時
依序:未處理、紅、藍、綠、白、日照、無光

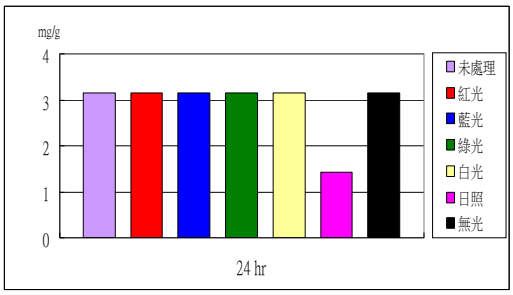


圖 17-1. 以 RGB 換算葉綠素之估計值
依序:未處理、紅、藍、綠、白、日照、無光

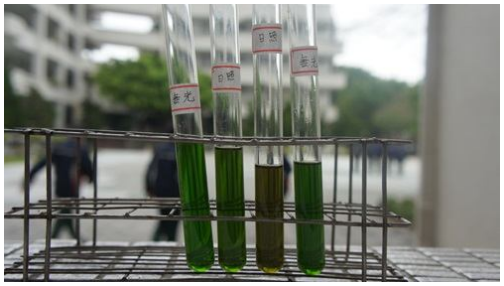


圖 18. 日照組與無光組相較
依序:24 小時無光、日照，48 小時日照、無光

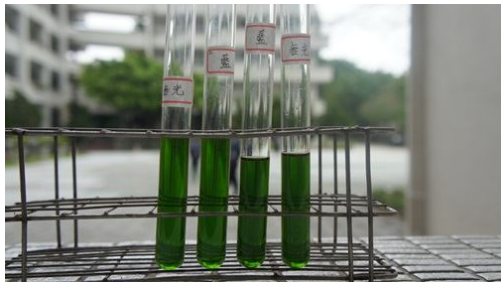


圖 19. LED 藍光組與無光組相較
依序:24 小時無光、藍光，48 小時藍光、無光

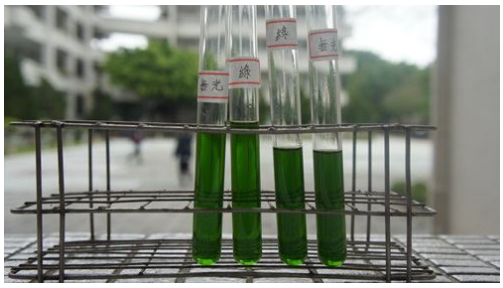


圖 20. LED 綠光組與無光組相較

依序:24 小時無光、綠光，48 小時綠光、無光

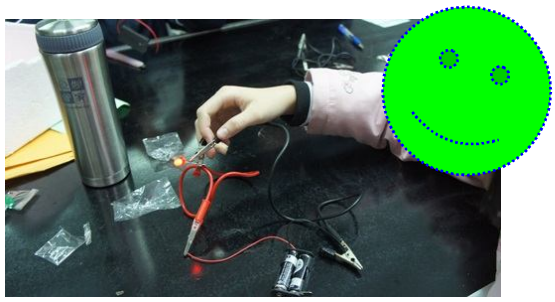


圖 21. 紅光光質 LED 燈泡測試

圖 22. A4 紙箱裁切

圖 23. A4 紙箱初步完成

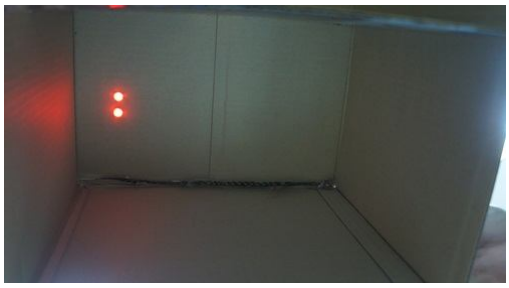


圖 24. 紅光光質 LED 燈泡照射

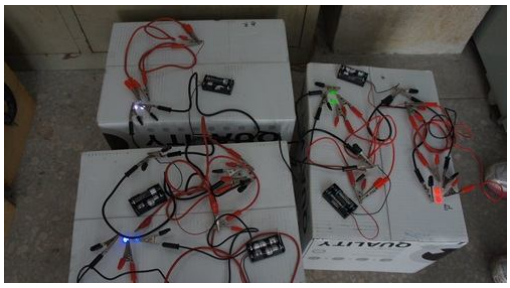


圖 25. 不同光質 LED 處理模型

四、 研究地瓜葉葉綠素在不同溫度的顏色蛻變過程。

(一)結果:延續上面萃取葉綠素酒精的方法。再取各 20 毫升的葉綠素酒精溶液倒入三個試管中。其中一個試管以溫乳器隔水加熱，並將溫度保持在 60~65 度之間。一管放在室內陰暗處(25℃-28℃)。另一管則放在冰箱中冷藏(4℃-5℃) 。

經過四小時後，觀察其變化。其中高溫試管內有大型漂浮物，顏色較淺，低溫試管內也有小型漂浮物,室溫試管處理則是無漂浮物，如表 5。而室溫與另一保存於褐色玻璃瓶密封之未處理試管比較，四小時無顯著差異，經過八小時後，接觸空氣之室溫處理組,有少量沉澱物,也有多量漂浮物，未處理組溶液則呈現微混濁。此結果正顯示，除了溫度外，空氣的接觸會影響葉綠素之蛻變(洪念

芳等，2009)，可能因室溫儲存於褐色玻璃瓶密封之未處理組，接觸較低的空氣濃度所導致。

檢測 pH 值,發現原始液的 pH 值是 6.1，經過四小時保持高溫處理組，pH 值是 6.2，室溫組是 pH6.4，低溫組是 pH6.5，如表 4。

接著經過八小時後，再次觀察。高溫出現少量沉澱物，低溫有大型漂浮物，室溫則是有少許的沉澱物與多量小型漂浮物，如表 5、圖 29。高溫顏色依舊是最淺的，為黃綠色且清澈，如圖 27、圖 28，此與前人研究中葉綠素於高溫狀態下，容易脫鎂反應，顏色偏黃色相符(洪念芳等，2009)。

(二)討論:低溫的顏色與室溫顏色並無太大變化。但低溫比高溫混濁，室溫組則介在中間。低溫較混濁原因可能與葉綠素蛋白質變性而出現沉澱反應。從網路收尋資料顯示，在低溫下，乙醇、丙酮對蛋白質的短時間作用以及利用等電點的沉澱，此為可逆性沉澱反應。

水溶性有機溶劑會造成蛋白質溶解度下降而沉澱，此乃因低介電常數之酒精或丙酮等有機溶劑使蛋白質間正負電荷結合力增加，形成厭水性膠體，相對地使水與蛋白質間作用力減低，即發生沉澱。

經過八小時後無論高溫、室溫與低溫處理，其 pH 值仍維持與 4 小時所測量時相同。

	原始 PH 值	四小時後 PH 值	八小時後 PH 值
高溫	6.1	6.2	6.2
室溫	6.1	6.4	6.4
低溫	6.1	6.5	6.5
未處理	6.1	6.1	6.1

表 4

	四小時後	八小時後
高溫	無沉澱物,有大型漂浮物,清澈,顏色較淺	有少量沉澱物,顏色最淺,為黃綠,清澈
室溫	無漂浮物	有少量沉澱物 ,也有多量小型漂浮物,清澈
低溫	有漂浮物較小型,微混濁	有大型漂浮物
未處理	微混濁	微混濁

表 5

圖 26.溫乳器

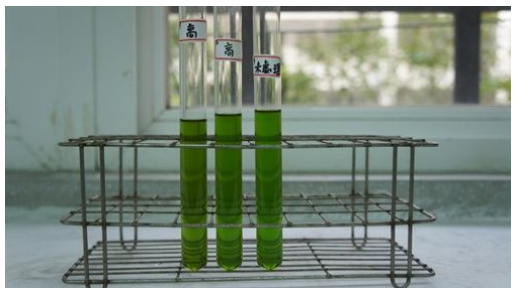


圖 27. 8 小時與 4 小時的高溫與 0 小時對照組

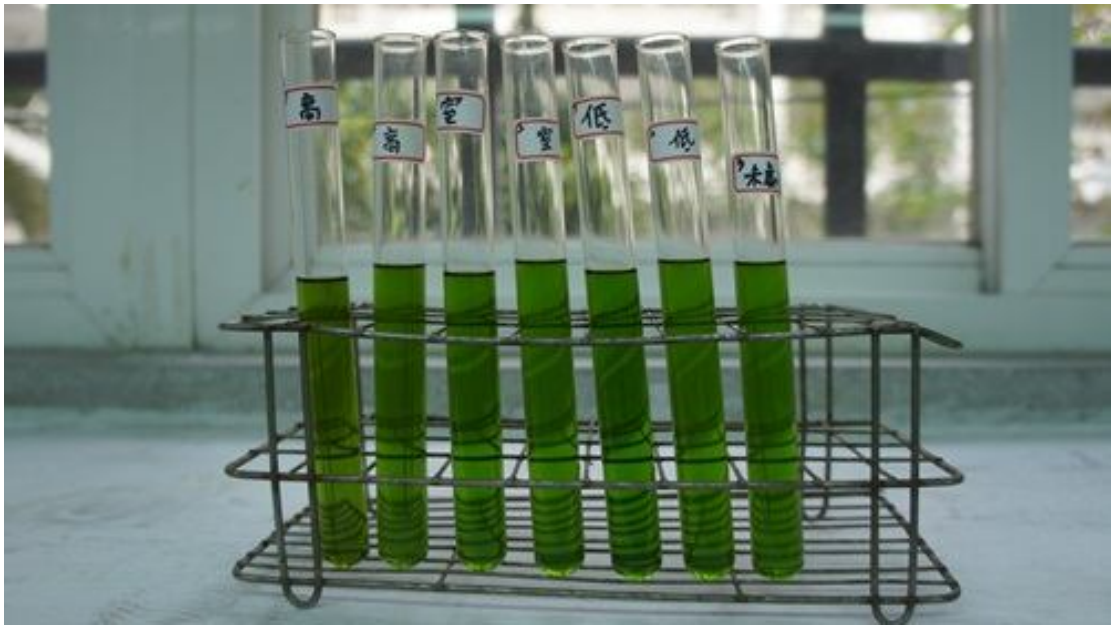


圖 28. 不同溫度處理的葉綠素酒精溶液的保鮮度

依序:高溫 8 小時、高溫 4 小時、室溫 8 小時、室溫 4 小時、低溫 8 小時、低溫 4 小時、0 小時

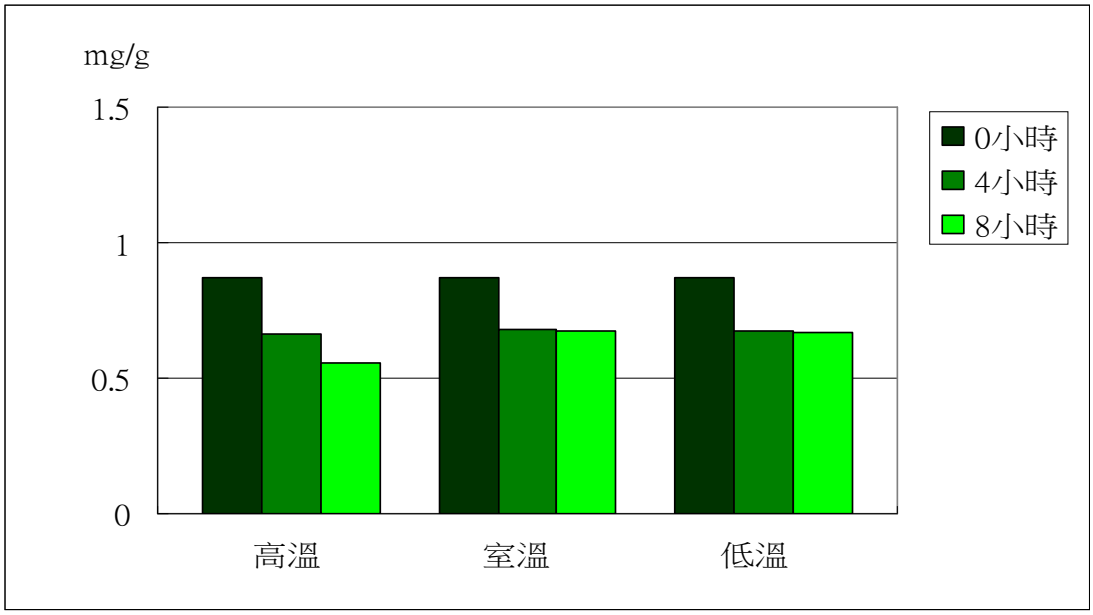


圖 28-1. 以 RGB 換算葉綠素之估計值

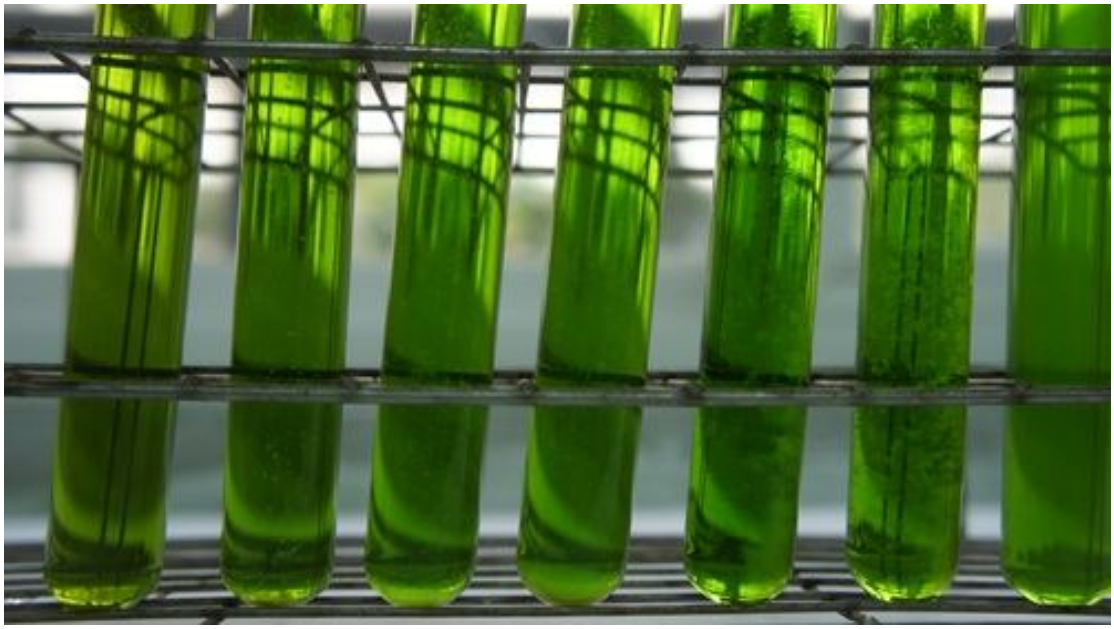


圖 29.沉澱物在不同溫度處理的變化　　(低溫大型漂浮物較多)

依序:高溫 8 小時、高溫 4 小時、室溫 8 小時、室溫 4 小時、低溫 8 小時、低溫 4 小時、0 小時

五、新鮮地瓜葉汁液在不同光質下的保鮮度。

(一)結果:將新鮮地瓜葉汁液以紗布過濾後,各取 20ml 的溶液 6 組,分別以紅光、藍光、綠光、白光的 LED 燈以及日照、無光處理。連續照射 48 小時與未處理組(新鮮現打)相較，其色澤以日照處理組顏色偏黃褐色，新鮮現打之未處理組顏色較為翠綠，其餘處理無明顯差異，如圖 30。連續照射 24 小時與未處理者相較，色澤仍以日照處理組顏色偏黃褐色，其餘處理無明顯差異，如圖 31。

連續照射 48 小時之各光質處理組，皆較連續照射 24 小時處理組暗沈，無翠綠色，可能因地瓜葉細胞之水解性單寧和酚酶作用而產生褐變(洪念芳等，2009)

(二)討論:日照處理組為全部處理中顏色最褐化，若以日照 48 小時和 24 小時互相比較，日照 48 小時比 24 小時色澤較暗，如圖 32。此結果與前人研究，葉綠素 a 經光照 22 小時後，其含量隨著光照時間增加而減少相符(黃敬熙，1995)，因此翠綠度因日照時間拉長而下降。其餘 LED 紅光、藍光、綠光、白光等處理組，或許因為地瓜葉汁液內容物複雜，影響葉綠素綠色之判讀，液體顏色則在不同光質處理間無明顯差異。

圖 30. 不同光質連續照射 48 小時

依序:未處理、紅、藍、綠、白、日照、無光

(未處理組為現打地瓜葉汁液)

圖 31. 不同光質連續照射 24 小時

依序:未處理、紅、藍、綠、白、日照、無光

(未處理組為現打地瓜葉汁液)

圖 32. 日照組與無光組相較

依序:24 小時(無光、日照),48 小時(日照、無光)

圖 33. 地瓜葉在果汁機內打碎情形

圖 34. 以紗布過濾地瓜葉汁液

圖 35. 過濾後的紗布

陸、結論

一、地瓜葉在經過熱水加熱不同時間後，葉綠素的變化顏色由淺至深依序為:不經過熱水加熱、熱水加熱 5 分鐘、熱水加熱 10 分鐘與熱水加熱 15 分鐘顏色相同，且皆為最深。因此後續實驗皆以熱水煮地瓜葉葉片 10 分鐘後，再以酒精萃取葉綠素。

二、地瓜葉葉綠素酒精溶液在不同 pH 值的穩定性:所有處理(pH3、pH5、pH7、pH9 與 pH11)經過 7 天後，溶液顏色皆變淡。pH5、pH7、pH9 與 pH11 呈淡綠色，沉澱物為綠色；pH3 處理者溶液顏色呈淡黃色，沉澱物成黃褐色。由此實驗得知，pH3 處理者無法使葉綠素穩定，pH5 以上之處理較能維持住葉綠素之色澤。

三、地瓜葉葉綠素酒精溶液在不同光質下的穩定性:以日照處理葉綠素酒精溶液穩定性最差，且日照 48 小時比日照 24 小時處理者劣變明顯。LED 藍光處理者穩定度較佳。故建議以藍色作為裝取精力湯容器之顏色。

四、地瓜葉葉綠素酒精溶液在不同溫度的顏色蛻變過程:高溫顏色(60℃-65℃)最淺，室溫(25℃-28℃)與低溫(4℃-5℃)顏色並無太大差異。

五、新鮮地瓜葉汁液在不同光質下的保鮮度，在日照下最差。故避免日光直接曝曬以保持地瓜葉汁液的鮮度。

六、應用電腦 Microsoft Word 軟體 RGB 三原色(R 為紅色、G 為藍色、B 為綠色)數值，對應試管顏色，再以徐光輝等學者提出迴歸分析演算，換算其葉綠素估計值，達到簡單、快速、易操作等優點。

柒、參考文獻

一、王 娟、危常州、王肖娟、朱齐超、朱金龙、王金鑫(2013)。采用灰板校正的计算机视觉预测棉花叶绿素含量。農業工 程 学 报 Vol.29 No.24

二、王璧娟(1984)。中式青菜製罐與貯藏時葉綠素之變化。國立台灣大學科技研究所碩士論文，未出版，台北市。

三、林佳妮(2008)。光質處理對茶樹茶菁兒茶素及葉綠素含量之影響。國立嘉義大學農藝學系研究所碩士論文，未出版，嘉義市。

四、洪子喬、郭烜誠、林俊甫、賴昆暉(2004)。不同烹調及保存方式對菠菜中葉綠素的影響。中央研究院高中生命科學資優生培育計畫專題研究報告。

五、洪念芳、莊雯琇、楊幼琪(2009)。青春永駐----探討地瓜葉烹飪之顏色變化。中華民國第 49 屆中小學科學展覽會。國立台灣科學教育館。

六、徐光輝、虎曉紅、熊淑萍、李春明、宋瑞芳、楊穎穎、馬新明(2007)。烤烟葉片葉綠素含量與顏色特徵的關係。河南農業大學學報，41，No.6。

七、張致盛、張林仁(2005)。溶劑萃取果樹葉片葉綠素之研究。臺中區農業改良場研究彙報 89:67-75。

八、陳雅瑛(1991)。不同加熱處理對綠色蔬菜中葉綠素及類胡蘿蔔素安定性的探討。輔仁大學食品營養研究所碩士論文，未出版，新北市。

九、黃敬熙(1995)。 β-胡蘿蔔素與葉綠素 a 於加熱和光照過中的安定性研究。輔仁大學食品營養研究所碩士論文，未出版，新北市。

十、劉正格(1997)。酸鹼值及磷酸鹽類對菠菜葉綠素與蛋白質交互作用之影響。國立台灣大學食品科技研究所碩士論文，未出版，台北市。

十一、Gupta, S. D., Yasuomi, I., Pattanayak, A. K. (2013) Development of a digital image analysis method for real-time estimation of chlorophyll content in micropropagated potato plants. Plant Biotechnol Rep 7:91－97

十二、Juliana, F. S. G., Fabiana, R. L. (2012) Applications of computer vision techniques in the agricultur and food industry: a review. Eur Food Res Technol 235:989－1000.

十三、Mahdi, M. A., Ahmed A., Derek E., Daniel, K.Y.(2012) A New Image Processing Based Technique to Determine Chlorophyll in Plants. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12 (10): 1323-1328

十四、Riccardi, M., Mele, G., Pulvento, C., Lavini, A., Andria, R., Jacobsen, S. E. (2014) Non-destructive evaluation of chlorophyll content in quinoa and amaranth leaves by simple and multiple regression analysis of RGB image components. Photosynth Res 120:263－272

十五、Satya, P. Y., Yasuomi, I. (2010) Estimation of the chlorophyll content of micropropagated potato plants using RGB based image analysis. Plant Cell Tiss Organ Cult 100:183－188.

十六、網路資料。第二單元 胺基酸與蛋白質。實驗 2-4 蛋白質之變性 http://openinfo.npust.edu.tw/agriculture/npusl2/kk/part2/agrllpart2exp4.pdf

【評語】030813

本作品探討地瓜葉葉綠素的最佳萃取條件以及各種環境因素對地瓜葉葉綠素保存之影響，取材生活化，探討參數完整，唯結果略為簡略，若能再強化結果之應用，必能成為一優良作品。