

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 農業與食品學科

佳作

052212

當紅不讓-洛神葵花青素萃取及果凍製作

學校名稱：國立中興大學附屬臺中高級農業職業學校

作者： 職二 張雅媛 職二 李芳君 職二 莊芳如	指導老師： 邱紫怡 郭惠菁
---	-----------------------------

關鍵詞：洛神葵、花青素、洛神葵果凍

摘要

洛神葵是台灣台東地區粗放栽培的一種耐乾旱植物。文獻證明洛神葵萃取液富含花青素、多酚、維生素 C 等具有抗氧化活性的物質，對預防醫學甚有助益。實驗結果發現：固液比 1：20、加熱萃取溫度 100°C、萃取時間 30 分鐘(pH 2.26)，為洛神葵花青素萃取之最適條件，可萃取出最高之總花青素含量為 119.8 mg / 100 ml。在 100°C 加熱萃取 60 分鐘可萃取得總多酚含量為 449.2 微克/毫升、DPPH 之清除能力為 30.18%。由此可知洛神葵萃取液不僅富含花青素且有極佳之抗氧化能力。

為了增加洛神葵之加工應用性，實驗選用吉利 T 粉為膠凍材料、以吉利 T 及細砂糖之添加比例為變因製作洛神葵果凍。官能品評得知：細砂糖 15%、吉利 T 4%及細砂糖 20%、吉利 T 4%的果凍成品喜好度最高。

壹、研究動機

在我們的校園裡，農經科的花圃是個美麗角落，陽光下除了嬌美的花朵，更有豔麗的洛神葵在風中搖曳著。十二月至一月份是洛神葵採收的季節，運用這些採收下來的艷紅花朵，將它們變身為健康的食品，甚至提高它的經濟價值，就是我們的研究目的了！

一般大眾通常將洛神葵沖泡製成洛神花茶，它鮮艷的紅色及帶酸的口感讓人印象深刻，鮮少人知曉它含有豐富的花青素、多酚、維生素 C 等具有抗氧化活性的物質，不但可以養顏美容、降火、利尿，對治療心臟病、高血壓、調節血脂等更是有極佳的效果。

因此我們的實驗即是：探討洛神葵在何種條件下可以萃取出最多含量花青素，並且將洛神葵之萃取液製成外型亮麗、口感滑順之果凍，期待能改善民眾對其微酸口感之抗拒，同時亦能攝取到其豐富的抗氧化物質，為生活增添更多的情趣與健康。

經過本實驗後，我們對於在「食品化學與分析」中「食品成分之介紹」單元中所提及的植物性天然色素－花青素以及「食品加工實習」中的「果實類及蔬菜類加工」單元相信一定會有更深入的了解。

貳、研究目的

- 一、探討洛神葵花青素萃取之最適固液比及最適溫度
- 二、探討添加不同的酸是否影響洛神葵花青素之萃取
- 三、在最適條件下，洛神葵花青素萃取液之抗氧化能力測定
- 四、洛神葵果凍之製作

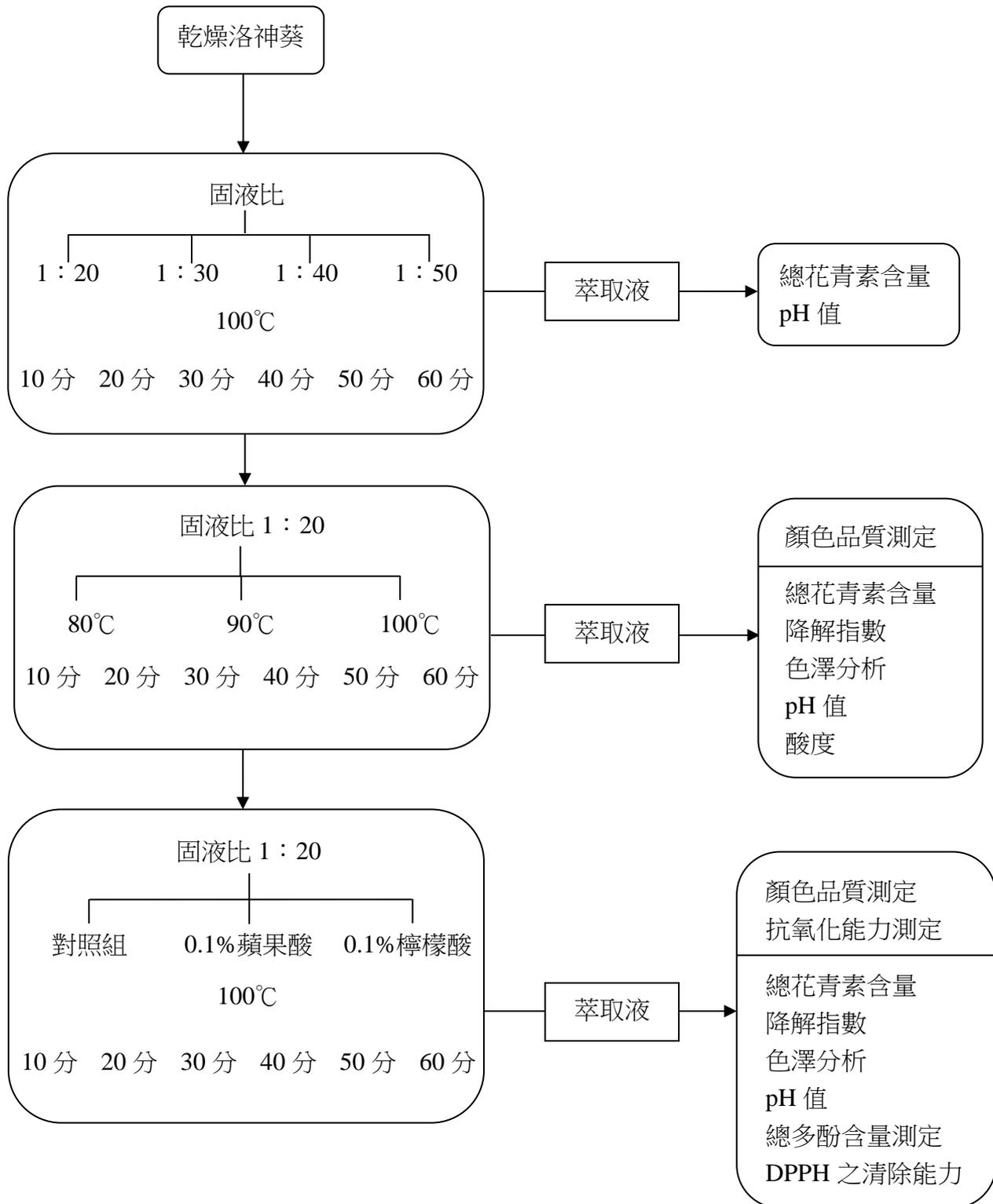
參、研究設備及器材

- 一、恆溫水槽：正上儀器有限公司，規格：CCB-21L
- 二、pH 計：METTLER TOLEDO，規格：EL20-B
- 三、電磁加熱攪拌器：CORNING，規格：PC-420D
- 四、色差計：NIPPON DENSHOKU，規格：ZE-2000
- 五、分光光度計：HITACHI，規格：U-2800A
- 六、組織測定儀：超技儀器公司，規格：TPATA-XT2/25

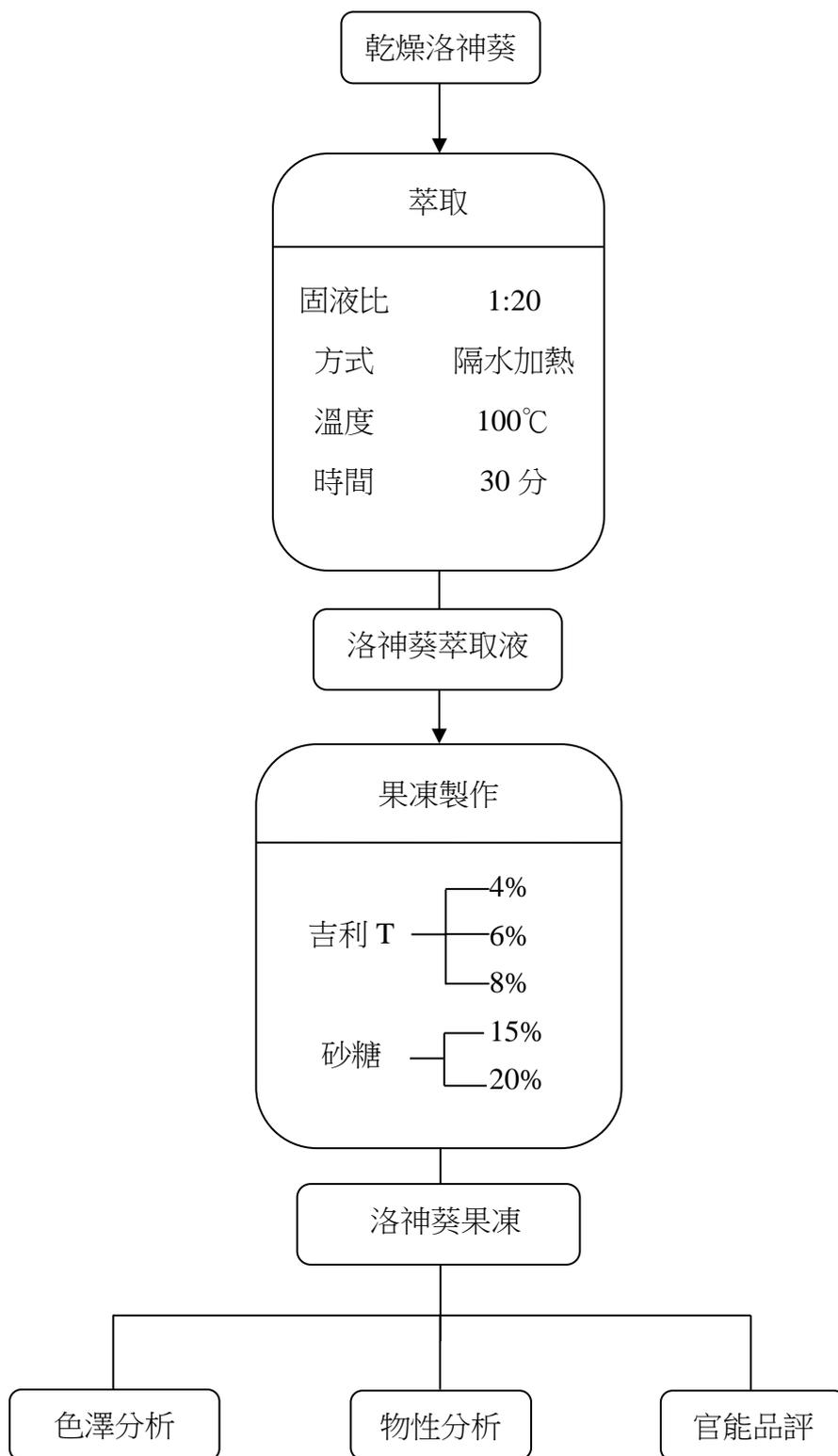
肆、研究過程或方法

一、實驗架構

(一)洛神葵花青素萃取之條件探討



(二)洛神葵果凍製作



二、文獻回顧

(一)洛神葵簡介

1. 洛神葵簡介

洛神葵的名稱是由 *Roselle* 英譯而來，學名為 *Hibiscus sabdari Linnaeus*，屬錦葵科(Malvaceae)，為一年生草本植物，耐乾旱亦能粗放栽培。台灣台東的金峰鄉及太麻里地區的產量為全台之冠，栽種面積約 200 多公頃，每年 9~12 月為產季。洛神花即是洛神葵之花成熟後除去子房之萼片，加工上通常將其熱風乾燥以保存之，不僅可延長保存期限，亦可再做進一步之加工利用。



圖 1、洛神葵



圖 2、新鮮洛神花



圖 3、乾燥洛神花

2. 洛神葵之基本成份

根據(蔡，1995)之研究，國產新鮮洛神葵花萼之化學基本成份如表 1：洛神葵花萼含大量果膠、維生素 C 及花青素，主要有機酸為蘋果酸，主要糖為葡萄糖。

表 1、新鮮洛神葵之化學成份組成

化學成份	含量
水分 (Water content)	89.89%
果糖 (Fructose)	0.80%
葡萄糖 (Glucose)	0.85%
酒石酸 (Tartarate)	0.25%
蘋果酸 (Malate)	2.61%
檸檬酸 (Citrate)	0.08%
維生素 C (Vitamin C)	74.70 mg/100g
果膠 (Pectin)	0.87%

花青素 (Anthocyan)	7.88 mg/g
-----------------	-----------

3. 洛神葵之生理活性

如上所述，洛神葵花萼中富含花青素、多酚、維生素 C 等具有抗氧化活性的物質，傳統的醫學上認為洛神葵具有清熱、解渴、止咳、降血壓之效，可治中暑咳嗽、酒醉、高血壓。國內外的研究亦證實洛神葵的療效包括低密度脂蛋白氧化、降低血清中三酸甘油酯及膽固醇含量、減少脂肪肝及纖維化、降血壓作用、降低各種致癌物誘發動物之癌症發生率，尤其是血癌與胃癌(王，2008)。

(二)花青素之簡介

1. 花青素之結構

花青素(anthocyan)化學式為 $C_{15}H_{11}O_6$ ，存在於液胞內的細胞液中，是植物中最主要的水溶性色素，構成花、果實、莖葉之藍、紫、紅、橙等色澤。結構上具有類黃酮典型的 $C_6-C_3-C_6$ 骨架，包含兩個芳香環(A、B 環)，以及一個含氧吡喃環(C 環)，依花青素 B 環上羥基化(hydroxylation)及甲基化(methylation)取代程度不同，醣基數目、種類與連接位置的不同，會構成不同種類之花青素，而產生顏色表現上之差異，非醣部分基本上都是花青素配醣體(flavylium)陽離子衍生物，如圖 4 所示。

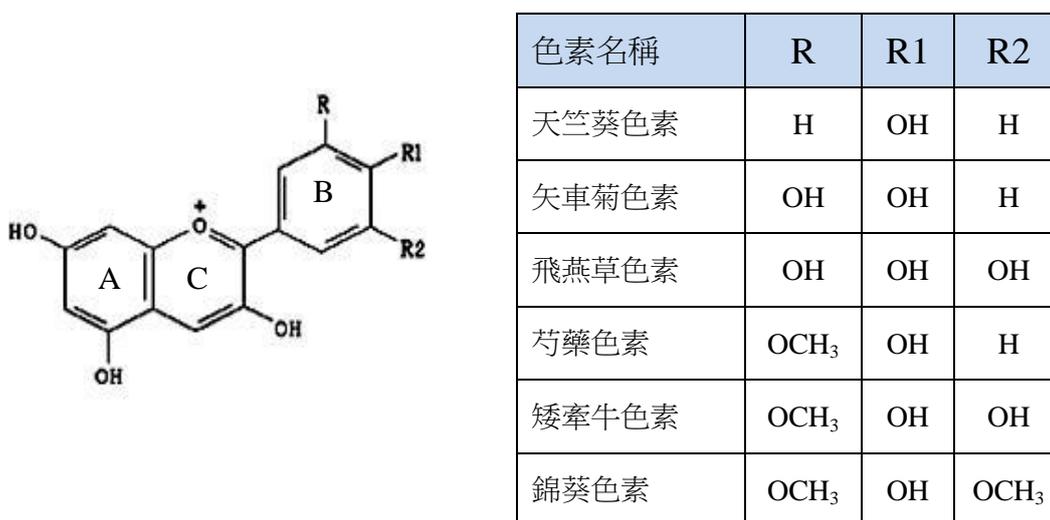


圖 4、flavylium 陽離子之構造和常見的六種花青素

根據(蔡，1995)之研究，在省產洛神葵中，鑑定出的主要花青素為 delphinidin-3-sambubioside(78.09%)，cyanidin-3-sambubioside (17.13%)

2. 花青素之特性

由於花青素之 *flavylium* 缺乏電子而具有高度反應性，易受到 pH、溫度、氧、糖、抗壞血酸、酵素之影響，而造成之花青素破壞使顏色產生改變。

(三)膠凍材料之介紹

1. 吉利丁

又稱明膠或魚膠，從英文名 *Gelatin* 音譯而來。是膠原蛋白部分水解和胜肽的混合物，而膠原蛋白通常自牛、豬和魚的皮、骨骼、結締組織中提取而得。吉利丁的應用非常廣，通常應用於食物、藥物或化妝品作為膠凝劑。

2. 洋菜

是由海藻中提製，是一種半乳糖聚合物，為黃色透明的薄片或是粉末，可吸收二十倍的水，必須加熱後溶解，當溫度降至 40°C 左右會開始凝結成膠體。洋菜做的點心透明度較低且口感較硬脆。

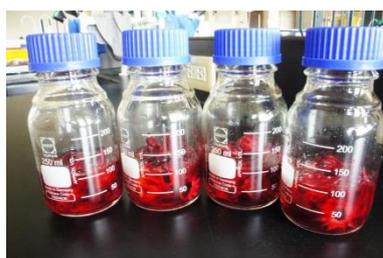
3. 吉利 T

又稱果凍粉，是一種混合類的加工膠質，屬植物性，口感介於吉利丁與洋菜之間，在室溫下即可凝結，使用前多先與糖混合後，再加水煮沸。

三、洛神葵中花青素之萃取

(一)萃取條件之探討

1. 取乾燥洛神葵：水=1：20、1：30、1：40、1：50 將此二者分別秤重，置入血清瓶中後於水浴鍋中隔水加熱(80°C、90°C、100°C)，分別萃取 10、20、30、40、50、60 分鐘。
2. 將血清瓶之內容物減壓過濾，得到之萃取液冷卻備用，待進行後續的各項實驗。

		
樣品	秤重	置入血清瓶中

		
水浴鍋中隔水加熱	減壓過濾	收集萃取液備用

圖 5、洛神葵中花青素之萃取過程

(二)總花青素含量測定

採用酸鹼度差額法(pH different method)(練, 2009)：將收集之萃取液，取兩份 5 ml 經適當稀釋後，以 1M 鹽酸或 1M 氫氧化鈉調整 pH，使一溶液 pH 為 1.0(最大吸光值)，另一溶液 pH 為 4.5(最小吸光值)，兩份稀釋萃取液以分光光度計分別測定其在 520 nm 的吸光值，得 A_1 (pH 1.0)與 A_2 (pH 4.5)，再以下列公式計算萃取液中所含總花青素含量 (mg / 100 ml)：

$$\frac{(A_2 - A_1) \times D.F \times M_w \times 1000}{\epsilon}$$

ϵ

M_w：花青素分子量以 delphinidin 3-sambubioside(632.9 g/mol)計算

D.F：稀釋倍數

ϵ ：29600(花青素之莫耳吸光係數)

		
稀釋樣品	調整 pH 值	吸光值測定

圖 6、測定總花青素含量過程

(三)花青素降解指數測定

萃取液經稀釋後，以分光光度計分別測定 420 nm 及 520 nm 之吸光值，由 A_{420}/A_{520} 求得 DI 值，即為花青素降解指數(degradation Index，簡稱 DI)。

(四)測定樣品液之 pH 值

使用 pH 計測定樣品之 pH 值。



圖 7、以 pH 計測定 pH 值

(五)酸度測定

萃取液經適當稀釋後，以 0.1N NaOH 滴定，同時以 pH 計記錄其 pH 值之變化，製作滴定曲線，以求出當量點計算酸度。



圖 8、酸度測定過程

(六)洛神葵萃取液於不同 pH 值下之顏色變化

使用 1M NaOH 及 1M HCl 將洛神葵萃取液調整至 pH1~14 記錄其顏色變化。

(七)色澤分析

使用色差計測定洛神葵萃取液 L、a、b 值，每一種樣品測定 3 重複。L：代表亮度，當 L=100 時，表示為白色，L=50 表示灰色，L=0 則為黑色。+a：代表紅色度，-a：代表綠色度，+b：代表黃色度，-b：代表藍色度。



圖 9、利用色差計進行色澤分析

(八)總多酚含量測定

總多酚含量一般是用比色法分析，取標準品與樣品溶液調配至適當濃度，取 100 μ L 樣品液與 2 ml 2% Na₂CO₃ 混合均勻後靜置 2 分鐘，再加入 0.5 ml 50% Folin-ciocalteu's phenol reagent，混合均勻後靜置 30 分鐘，於 750 nm 下測定其吸光值，由 gallic acid 的標準曲線計算出樣品總酚類化合物含量。

計算公式：

$$Y = 0.0029 X + 0.0886$$

Y = 吸光值

X = 總酚含量(ppm)

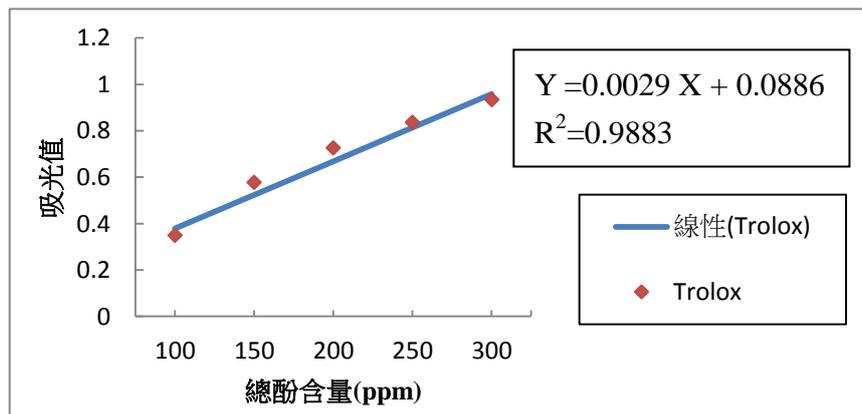


圖 10、總酚含量標準曲線圖

(九)DPPH 自由基清除能力之分析

DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 即為一相當安定的自由基，可溶於甲醇或乙醇而成紫羅蘭色，其在 517 nm 有極大吸光值，抗氧化劑會藉由提供氫(hydrogen donor)以還原 DPPH，而導致吸光值下降或消失，故可利用此一特性來測定樣品提供氫離子以清除自由基之效力，因此當吸光值越低時，表示樣品對 DPPH 自由基之清除能力越強，及具有良好之提供氫離子的能力。

$$\text{計算公式：DPPH scavenging(SCA\%)} = ((A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{blank}}) * 100$$

(十)物性分析

將洛神葵果凍樣品以組織測定儀(TPATA-XT2/25)進行質地分析。測試之探頭為 P30C (30mm 圓柱型探頭)，下壓速度為 1 mm/s，接觸樣品時的測試速度為 1 mm/s，上升速度 10 mm/s，測入深度為 50%。此壓縮變形試驗可得到洛神葵果凍之硬度(Hardness)、彈性(Springness)、凝聚度(Cohesiveness)、恢復力(Resilience)等物性參數。



圖 11、物性分析測定儀

參數定義解釋：

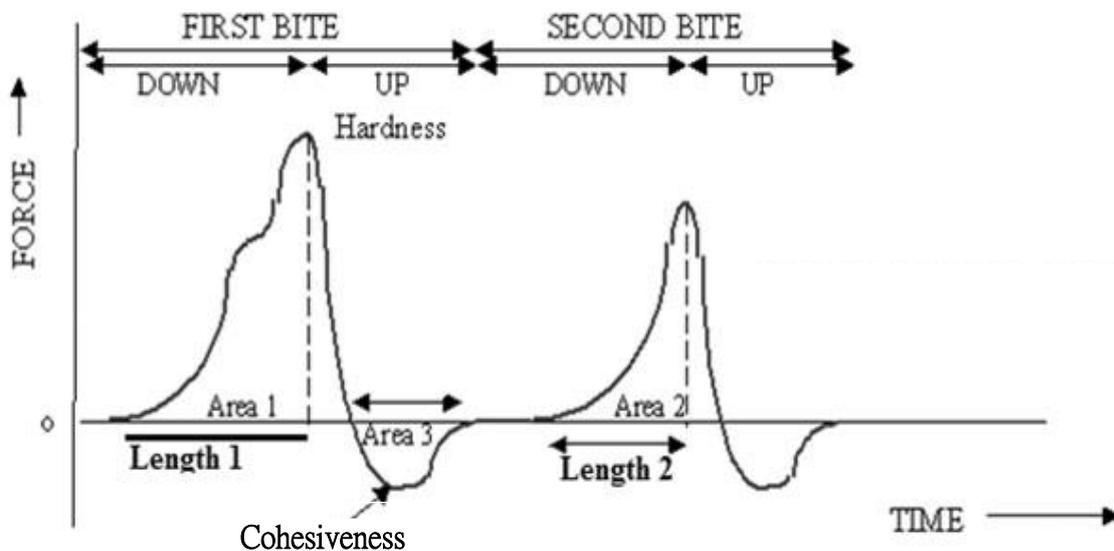


圖 12、TPA 參數定義解釋圖

1. 硬度(Hardness): 將固體樣品壓縮至變形所需的力，為第一次壓縮時所需的最大峰值。
2. 彈性(Springness): 經過壓縮的變形樣品恢復到變形前條件下的高度或體積比率。彈性適用第二次壓縮中所檢測到的樣品恢復高度(長度 2)和第一次的壓縮變形量(長度 1)之比值($\text{Length}2/\text{Length}1$)來表示。

3. 凝聚度(Cohesiveness): 表示將固體樣品咬斷所需的力。在曲線上表現為兩次壓縮所做正功之比。
4. 恢復力(Resilience): 是經由擠壓後回復成原來的程度所需的力。

(十一)官能品評

1. 官能品評: 第一部分為嗜好性品評, 由 93 位同學擔任品評員, 就洛神葵果凍之外觀、香氣、味道、質地、整體感覺等五項進行品評。給分標準為 1~9 分。第二部分為順位品評, 請品評員將不同配方之果凍就個人之喜好程度排序。
2. 官能品評之結果以 SAS(Statistical Analysis System)軟體進行統計分析, 並以最小顯著差異法(least significant difference, LSD)進行顯著差異分析。順位品評的結果, 採用 Newell & MacFarlane 法來判定品評員對不同配方產品的喜好彼此間是否有顯著差異。

四、洛神葵果凍製作

(一)洛神葵果凍之配方表

表 2、洛神葵果凍之配方表

材料名稱	%
洛神葵萃取液	100%
吉利 T	4%
	6%
	8%
細砂糖	15%
	20%

(二)製作方法

依上述之配方的材料置於鍋內煮至沸騰, 且吉利 T 粉及細砂糖完全溶解, 製得六種不同比例之洛神葵果凍樣品。



圖 13、洛神葵果凍之製作過程

伍、研究結果

一、洛神葵花青素萃取條件之探討

洛神葵的紅色花萼富含花青素，已有許多研究證實洛神葵之花青素具有抗氧化能力及生理活性。由於花青素屬於熱水可溶之成分。因此本實驗採用水浴加熱的方式來探討洛神葵花青素萃取之最適條件。

(一)最適固液比之探討

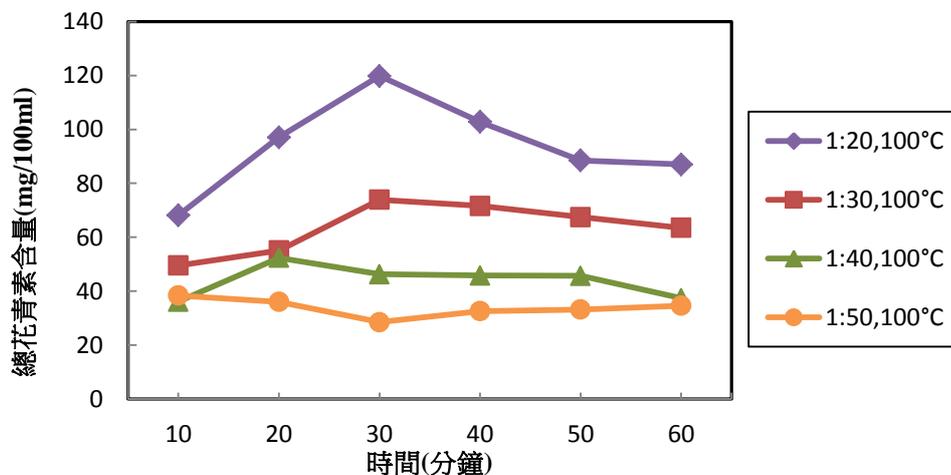


圖 14、不同固液比對洛神葵萃取液總花青素含量之影響(100°C)

乾燥洛神葵與熱水以不同之固液比於 100°C 加熱處理，在不同時間總花青素含量之變化情形(如圖 14)。由實驗結果可知：固液比 1：20、30 分鐘之萃取液(pH 2.26)可得最高量之總花青素為 119.8 mg/100ml;而固液比 1：30、30 分鐘(pH 2.35)則得到總花青素含量 73.9 mg /100ml;固液比 1：40 與 1：50、20 分鐘(pH 2.36 及 2.43)，萃取出之總花青素含量分別為 52.4 與 38.4 mg/100ml。由於乾燥洛神葵水分含量非常低，洛神葵

之花青素均在短時間溶出，此與孫(2003)年之研究結果大致符合。

固液比 1:20、100°C 萃取 30 分鐘(pH 2.26)所萃取出之總花青素含量最高。因此，本實驗定固液比 1:20 為萃取條件，進行後續之實驗。

(二)不同溫度萃取之比較

洛神葵在植物界素有「紅寶石」之美譽，坊間多是以熱水沖泡後製成飲品直接飲用之。因此本實驗乃探討：以不同之溫度與時間加熱乾燥之洛神葵，製成之熱水萃液進行總花青素含量、降解指數(degradation index,DI)、pH 值、酸度以及色澤分析(L、a、b 值)之測定。

1. 總花青素含量

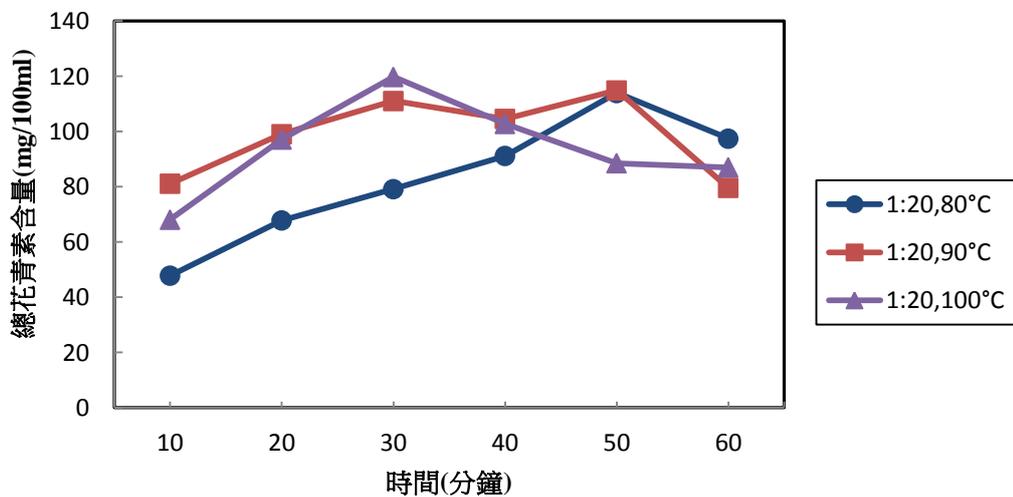


圖 15、不同溫度萃取對洛神葵萃液總花青素含量之影響

由圖 15 可得知：在 100°C、30 分鐘時，洛神葵之熱水萃液有最高之總花青素含量為 119.8 mg/ml(pH 2.26)；在 90°C 的溫度下加熱，同樣是在 30 分鐘時萃取出最高之總花青素含量為 111.1mg/ml(pH 2.13)；以 80°C 萃取則是呈現緩慢增加之趨勢，在 50 分鐘時得到最高之總花青素含量為 114.9 mg/ml(pH2.12)。此結果顯示：在高溫下(100°C)可萃取出之細胞漿可溶性成份—總花青素含量較高。但是隨著時間增加，花青素可能遭到破壞，因此加熱時間愈長總花青素含量反而減少。

2. 降解指數(degradation index,DI)

花青素在高溫及長時間之加熱，結構會斷裂而形成褐變物質，造成紅色度減少而黃色增加。因為黃褐色物質在 420 nm 有吸光值，故可以萃液在 420 nm 下之吸光

值作為褐變指標(browning index)。洛神葵之熱水萃取液在波長 520nm 有最大之吸光值，故亦可以此吸光值作為其色澤變化之依據。綜合上述：A420 nm 與 A520 nm 之比值稱為降解指數，此指數值愈大，表示花青素之結構裂解愈嚴重。

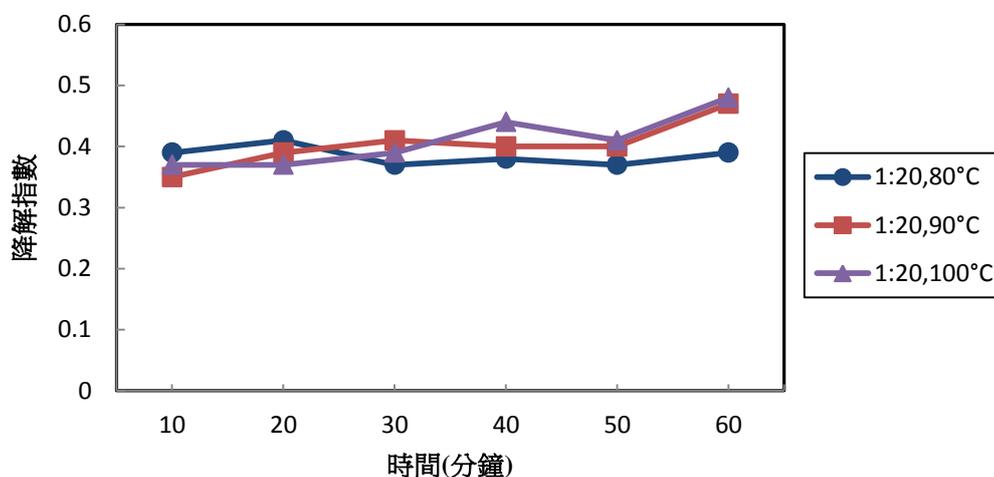


圖 16、不同溫度萃取對洛神葵萃取液降解指數之影響

由圖 16 結果顯示：90°C 與 100°C 的 DI 值在萃取 10 分鐘時分別為 0.35 及 0.37，萃取 60 分鐘時則分別增加至 0.47 及 0.48。而在 80°C 的萃取溫度下 DI 值則維持在 0.39 附近，因此可知加熱溫度愈高、時間愈長，花青素之結構裂解愈嚴重。

3. pH 值及酸度

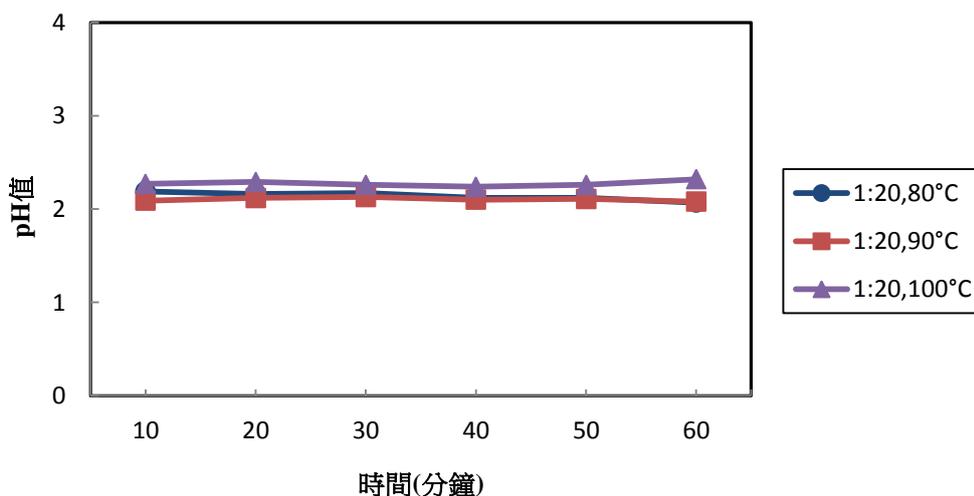


圖 17、不同溫度萃取對洛神葵萃取液 pH 值之影響

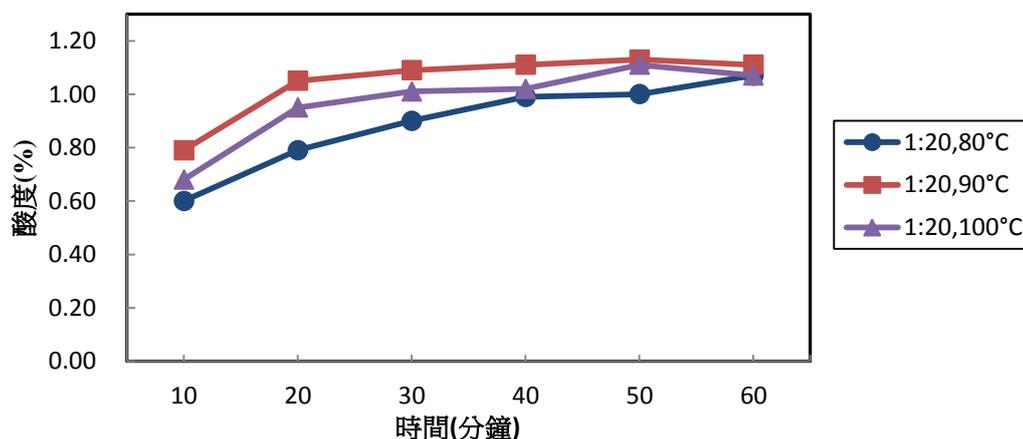


圖 18、不同溫度萃取對洛神葵萃取液酸度之影響

由於大眾對於洛神葵飲品的酸味向來不喜，因此本實驗乃探討以不同之溫度與時間加熱之洛神葵萃取液，其 pH 值與酸度之變化情形。由圖 17 顯示：以 80、90、100°C 下加熱，10 分鐘時 pH 值均達 2.1 左右，之後大致保持恆定；由圖 18 顯示：以 90°C 加熱，酸度由 10 分鐘時的 0.79% 增加至 20 分鐘時的 1.05%，之後則幾不再增加；100°C 的情形亦相似：加熱 20 分鐘後酸度達 1.01% 之後幾乎保持不變。80°C 加熱 10 分鐘酸度即達 0.84%，其增加速度較緩，在 40 分鐘時達 0.99%。

4. 色澤分析(L、a、b 值)

表 3、不同溫度萃取對洛神葵萃取液 L value 之影響

溫度(°C)	加熱時間(分鐘)		
	100°C	90°C	80°C
10 分鐘	45.39±0.03b	33.78±0.55cde	45.39±3.61a
20 分鐘	39.00±0.05fh	30.85±1.46e	39.00±1.08b
30 分鐘	36.65±0.39gh	28.82±0.24fgh	36.65±2.30c
40 分鐘	35.86±0.02fg	27.06±0.15h	35.86±2.19c
50 分鐘	34.98±0.06fgh	34.88±0.18cd	34.98±0.59cd
60 分鐘	33.68±0.044f	34.24±0.18cd	33.68±1.06de

Mean ± standard deviation.(n=3)

Means with different letters are significantly different.(p<0.05)

表 4、不同溫度萃取對洛神葵萃取液 a value 之影響

溫度(°C) 加熱時間(分鐘)	溫度(°C)		
	100°C	90°C	80°C
10 分鐘	73.49±0.02h	56.81±0.79fg	73.49±4.93ab
20 分鐘	76.93±0.05h	57.66±2.86ef	76.93±1.82a
30 分鐘	75.36±0.81g	59.31±0.58ef	75.36±4.68ab
40 分鐘	74.96±0.01e	54.60±0.35g	74.96±4.61ab
50 分鐘	69.27±0.15fg	68.60±0.46cd	69.27±1.23cd
60 分鐘	68.48±0.01e	71.73±0.50bc	68.48±2.21d

Mean ± standard deviation.(n=3)

Means with different letters are significantly different.(p<0.05)

表 5、不同溫度萃取對洛神葵萃取液 b value 之影響

溫度(°C) 加熱時間(分鐘)	溫度(°C)		
	100°C	90°C	80°C
10 分鐘	25.77±0.05j	19.84±0.32e	25.77±2.01a
20 分鐘	24.75±0.04i	19.35±0.91de	24.75±0.60a
30 分鐘	23.52±0.26ghi	18.59±0.16fg	23.52±1.46b
40 分鐘	23.05±0.04ef	17.34±0.11hi	23.05±1.40b
50 分鐘	22.15±0.03fgh	22.18±0.10bc	22.15±0.38bc
60 分鐘	21.43±0.02ef	22.01±0.11bc	21.43±0.68cd

Mean ± standard deviation.(n=3)

Means with different letters are significantly different.(p<0.05)

由表 3~5 可得知：在色澤分析項目中，L 值(明亮度)受到加熱溫度影響，加熱溫度愈高、時間愈長，L 值逐漸降低。在 a 值(紅色度)的分析項目中，以 100°C 加熱前

20 分鐘，紅色度隨著加熱時間增加而增加，加熱 20 分鐘之後則隨著加熱時間增加而漸減。此表示加熱 20 分鐘後花青素可能開始有裂解之情形，故紅色度隨著加熱時間增加而降低。萃取溫度 80 及 90°C 的情形則是相似的。在 b 值(黃色度)的分析項目中，在 90°C 及 100°C 的加熱條件下，黃色度則呈現隨著加熱溫度及時間增加而有漸減的趨勢。因此可知，加熱的溫度與時間對洛神葵之色素有顯著之影響。



圖 19、以不同溫度及時間萃取洛神葵之萃取液

(三)不同酸溶液萃取之比較

前人文獻指出：洛神葵之花青素在酸性溶液中較容易萃取，並且蘋果酸及檸檬酸亦有防止及抑制褐變之效用。坊間亦有在製備洛神葵飲品時，加入蘋果或檸檬切片一起加熱者。因此本實驗接下來乃探討：添加 0.1% 的蘋果酸(malic acid)、0.1% 檸檬酸(citric acid)以及未添加酸之對照組，以 100°C 加熱萃取，所製得之熱水萃取液進行總花青素含量、降解係數、pH 值、以及色澤分析(L、a、b 值)之測定。

1. 總花青素含量

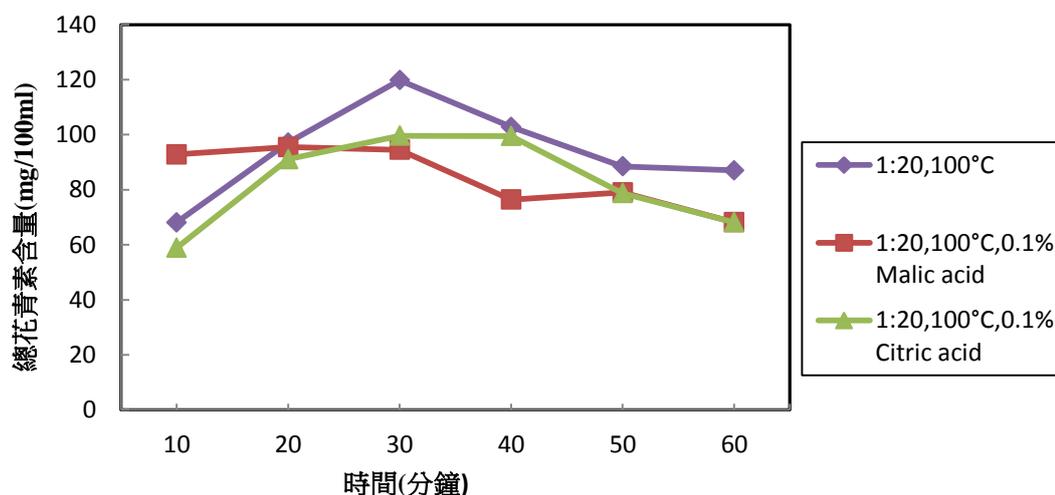


圖 20、不同酸溶液萃取對洛神葵萃取液總花青素含量之影響

由圖 20 可得知：在 100°C、30 分鐘時，洛神葵之熱水萃取液有最高之總花青素含量為 119.8 mg/ml(pH 2.26)；添加 0.1% 的蘋果酸，則是在 20 分鐘時得到最高之總花

青素含量為 95.5 mg/ml(pH 2.12)。添加 0.1%檸檬酸，則是在 30 分鐘時萃取出最高之總花青素含量為 99.6 mg/ml(pH 2.10)；此結果顯示：添加酸在本實驗並未萃取出較多的花青素含量。

2. 降解指數(DI)

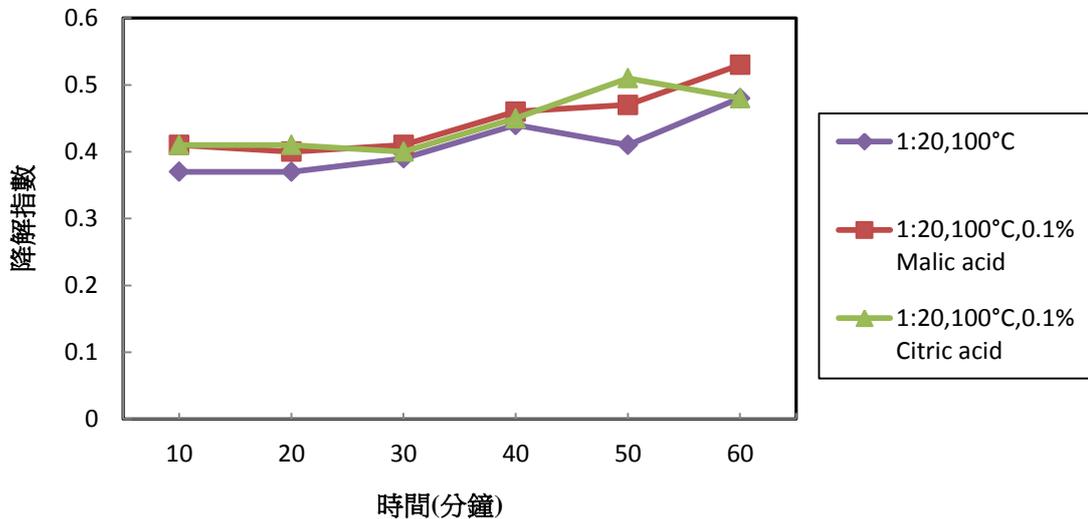


圖 21、不同酸溶液萃取對洛神葵萃取液降解指數之影響

由圖 21 顯示：未添加、添加 0.1%的蘋果酸及添加 0.1%檸檬酸，在加熱萃取 10 分鐘時，DI 值分別為 0.37 及 0.41 及 0.41，萃取 60 分鐘時則分別增加至 0.48、0.53 及 0.48。且三條曲線之趨勢相似，因此可知添加酸與否並未顯著影響花青素結構之裂解情形。

3. 色澤分析(L、a、b 值)

由表 6~8 可得知：在色澤分析項目中，L 值(添加 0.1%蘋果酸) > L 值(未添加對照組) > L 值(添加 0.1%檸檬酸)。在 a 值(紅色度)的分析項目中則有相似的趨勢。綜合上述：添加酸與否並未顯著影響洛神葵熱水萃取液之色素。



圖 22、以不同酸及時間萃取洛神葵之萃取液

表 6、不同酸溶液萃取處理對洛神葵萃取液 L value 之影響

溫度(°C) \ 加熱時間(分鐘)	100°C		
	對照組	0.1% 蘋果酸	0.1% 檸檬酸
10 分鐘	45.39±0.03b	42.28±0.15c	48.29±0.03a
20 分鐘	39.00±0.05g	40.80±0.22d	39.43±0.01f
30 分鐘	36.65±0.39i	39.68±0.08e	36.15±0.13ij
40 分鐘	35.86±0.02j	36.82±0.06h	33.26±0.36n
50 分鐘	34.98±0.06k	34.98±0.02k	29.63±0.14p
60 分鐘	33.68±0.04m	34.79±0.14l	31.78±0.02o

Mean ± standard deviation.(n=3)

Means with different letters are significantly different.(p<0.05)

表 7、不同酸溶液萃取處理對洛神葵萃取液 a value 之影響

溫度(°C) \ 加熱時間(分鐘)	100°C		
	對照組	0.1% 蘋果酸	0.1% 檸檬酸
10 分鐘	73.49±0.02f	79.66±0.15a	73.69±0.03f
20 分鐘	76.93±0.05c	80.02±0.22a	75.34±0.01d
30 分鐘	75.36±0.81e	78.81±0.08b	73.02±0.13g
40 分鐘	74.96±0.01d	71.27±0.06h	71.04±0.36i
50 分鐘	69.27±0.15j	69.01±0.02j	61.94±0.14n
60 分鐘	68.48±0.01k	65.58±0.14m	67.18±0.02l

Mean ± standard deviation.(n=3)

Means with different letters are significantly different.(p<0.05)

表 8、不同酸溶液萃取處理對洛神葵萃取液 b value 之影響

溫度(°C)	100°C		
	對照組	0.1% 蘋果酸	0.1% 檸檬酸
加熱時間(分鐘)			
10 分鐘	25.77±0.05c	26.64±0.07b	27.04±0.03a
20 分鐘	24.75±0.04e	25.92±0.011c	25.06±0.04d
30 分鐘	23.52±0.26f	25.21±0.01d	23.16±0.05f
40 分鐘	23.05±0.04fg	22.86±0.02g	21.42±0.14j
50 分鐘	22.15±0.03h	22.23±0.02h	18.89±0.57l
60 分鐘	21.43±0.02ij	21.64±0.07i	20.35±0.03k

Mean ± standard deviation.(n=3)

Means with different letters are significantly different.(p<0.05)

(四)洛神葵萃取液生理活性含量之測定

在實驗期間，隨機訪問周遭的親友，令人訝異的是鮮少人知曉洛神葵富含抗氧化物質且對健康甚有助益。因此實驗設計仍是模擬一般大眾調製洛神葵飲品的方式，添加 0.1%的蘋果酸(malic acid)、0.1%檸檬酸(citric acid)以及未添加酸之對照組，以 100 °C 加熱萃取，所製得之熱水萃取液進行總多酚(total phenol)含量測定及 DPPH 清除自由基能力之測定。盼能由實驗結果得知，在何種條件下能得到內含最多抗氧化活性物質的健康飲品。

1. 總多酚含量測定

由圖 23 顯示，添加 0.1%的蘋果酸(malic acid)、0.1%檸檬酸(citric acid)以及未添加酸之對照組，洛神葵萃取液中之總多酚含量均是隨著萃取時間的增加而增加。其中未添加酸之對照組，於萃取 60 分時得到最高量之總多酚含量為 449.2 µg/ml；添加 0.1%的蘋果酸(malic acid)則是於萃取 50 分時得到較高量之總多酚含量為 333.5 µg/ml，加入 0.1%檸檬酸(citric acid)者同樣於萃取 50 分時得到較高量之總多酚含量為 418.2 µg/ml。

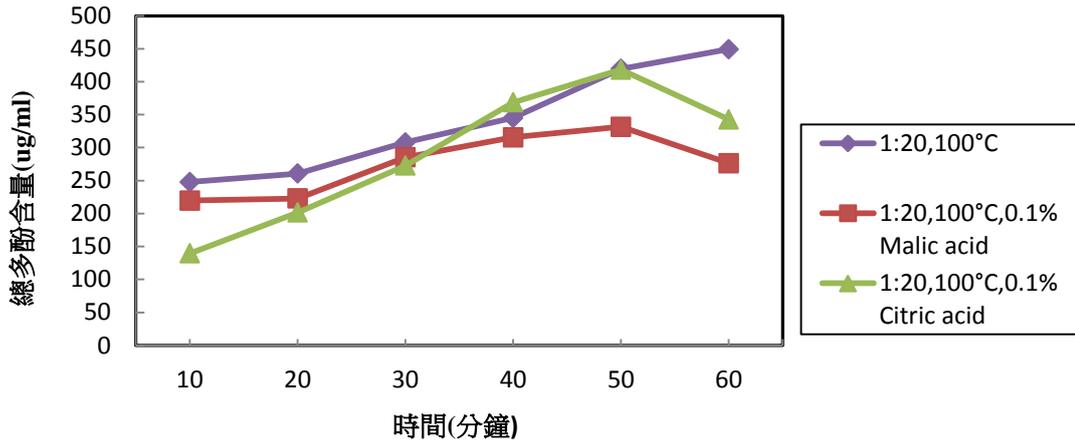


圖 23、不同酸溶液萃取對洛神葵萃取液總酚之影響

由上述得知，與洛神葵中的酸性物質與花青素比較，洛神葵之多酚物質需要較長時間(50 至 60 分鐘)方能溶出較多的量。此外，如一般民眾所周知的：水果中的多酚含量亦十分豐富。因此我們將洛神葵萃取液中之總多酚含量與一些常見富含多酚之水果相比較：發現洛神葵萃取液中的總多酚含量與奇異果(443.3 $\mu\text{g/ml}$)相比是不遑多讓的。

2. DPPH 之清除能力

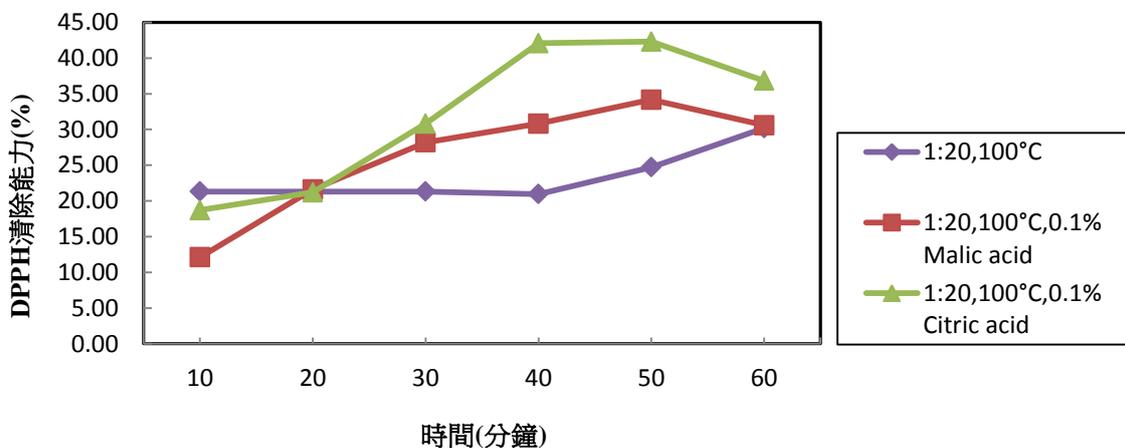


圖 24、不同酸溶液萃取對洛神葵萃取液清除自由基能力之影響

由圖 24 顯示，添加 0.1%的蘋果酸(malic acid)、0.1%檸檬酸(citric acid)以及未添加酸之對照組，洛神葵萃取液之 DPPH 之清除能力亦是隨著萃取時間的增加而增加。其中添加 0.1%的蘋果酸(malic acid)與添加 0.1%檸檬酸(citric acid)之實驗組，萃取 50 分鐘之萃取液有最大之 DPPH 之清除能力分別為 34.16%及 42.30%;未添加酸之對照組

則是於萃取 60 分鐘時，萃取液有較高之 DPPH 之清除能力為 30.18%。

(五)不同 pH 值下，洛神葵色素之變化情形

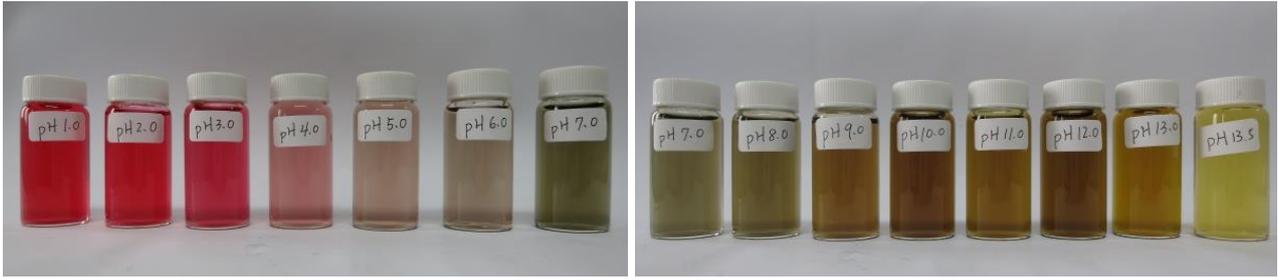


圖 25、不同 pH 值對洛神葵萃取液色澤之影響

花青素其基本結構為 flavylium cation，因為 flavylium cation 缺乏電子(electron deficient)，所以其化性非常活潑，因此花青素易受 pH 值影響造成結構及顏色上的變化。在酸性 pH 值範圍，花青素完全以紅色 flavylium 鹽存在。當 pH 值增至 4.0~5.0，則溶液變為無色。脫色是由於紅色的 flavylium 鹽變為 carbinol base 當作 chromenols。當 pH 增加會產生 quinoidol anhydrobase。當 pH 為鹼性時則 anhydrobase 離子化表現出深藍色，或形成 chalcone 呈現黃色。

二、洛神葵果凍之製作

洛神葵的加工產品非常多樣：例如洛神葵果醬、洛神葵蜜餞、洛神葵醋...等。但經由我們的訪查發現，出乎意料地，洛神葵果凍在市場上並不普遍。因此我們應用了食品加工課程習得之膠凍材料，及在食品加工實習製作習得之糖酸比概念，以吉利 T 為膠凍材料，添加砂糖，將洛神葵萃取液製成果凍，結合食品化學與分析之官能品評方法，盼能製作出顏色鮮艷誘人、口感滑順、帶有健康概念、深受消費者喜愛之洛神葵果凍。

(一)膠凍材料之選擇

首先就成本、操作性、材料取得是否方便等為考量，我們選用洋菜粉、吉利丁片及吉利 T 作為膠凍材料進行洛神葵果凍之製作。

若使用洋菜粉為膠凍材料，使用量為 1.5%時，質地呈現泥狀。可能是洛神葵萃取液中酸性較多影響凝膠所致。洋菜粉的使用量需達 3%才能完整凝固，但是製出之果凍質地偏脆硬，食之形同嚼蠟，並不討喜。若使用吉利丁片為膠凍材料，使用量 1.5%即能完整凝固，且成品晶瑩剔透、十分誘人，但是其口感太過 Q 彈，食之如同食用豬腳

凍，甚不符合消費者對果凍之期待。(如圖 26、27)



圖 26、以洋菜為膠凍材料之洛神葵果凍

圖 27、以吉利丁片為膠凍材料之洛神葵果凍

使用吉利 T 為膠凍材料時，我們發現吉利 T 粉添加比例低於 4% 是無法凝膠的，添加至 10% 口感則呈現太硬的情形。中間比例製出的成品雖然不若以吉利丁片製作者晶瑩透亮，但是其口感滑順且素食者可食用(吉利丁片為動物膠，素食不可)，因此我們決定以吉利 T 粉添加量 4%、6%、8%，進行後續果凍之製作。

(二) 砂糖添加量

一般大眾對食品之甜度大約在 10% 左右有較佳之喜好性及適口性，洛神葵萃取液的酸度約在 1.0% 左右，因此我們選擇添加 15% 及 20% 之砂糖作為變因，進行後續果凍之製作。

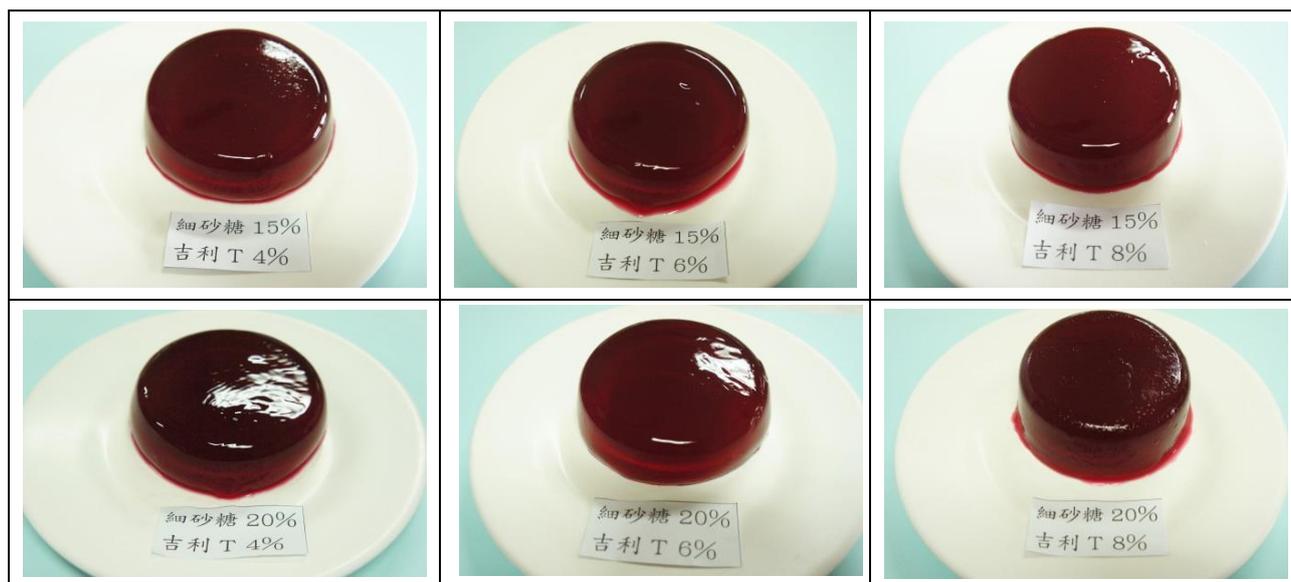


圖 28、不同比例吉利 T 與細砂糖之洛神葵果凍

(三)洛神葵果凍之色澤分析(L、a、b 值)

表 9、洛神葵果凍之色澤分析

比例 \ 色澤分析	L 值	a 值	b 值
糖 15%、吉利 T 4%	0.92±0.06d	52.56±1.82a	1.00±0.60b
糖 15%、吉利 T 6%	3.83±0.00c	26.55±0.72b	2.68±0.00a
糖 15%、吉利 T 8%	4.87±0.03b	18.77±0.19c	2.51±0.02a
糖 20%、吉利 T 4%	1.42±0.06c	53.06±1.98a	0.99±0.60b
糖 20%、吉利 T 6%	5.36±0.02b	15.98±0.22c	1.15±0.10b
糖 20%、吉利 T 8%	5.24±0.05b	20.58±0.29b	2.39±0.01a

前人研究指出：砂糖對於洛神葵萃取液具有保色效果。由表得知，砂糖添加 20%、吉利 T 添加 4% 及 6% 之果凍樣品，其明亮度(L 值)及紅色度(a 值)均高於砂糖添加量 15% 者，且有顯著差異。隨著添加吉利 T 的比例增加，明亮度(L 值)呈現些微增加，紅色度則明顯降低。

(四)洛神葵果凍之物性分析

表 10、洛神葵果凍之物性分析

比例 \ 物性分析	硬度 (hardness)	彈性 (springiness)	凝聚度 (cohesiveness)	恢復力 (resilience)
糖 15%、吉利 T 4%	590.3 ±1.03b	0.77±0.06b	0.33±0.92c	0.10 ±0.98c
糖 15%、吉利 T 6%	306.9±3.83d	0.77±0.00b	0.34±5.24c	0.12±3.83ab
糖 15%、吉利 T 8%	617.7±4.83b	0.85±0.03a	0.45±4.80a	0.13±4.85a
糖 20%、吉利 T 4%	490.5±1.53c	0.77±0.06b	0.34±1.42c	0.11±1.48abc
糖 20%、吉利 T 6%	587.3±5.33bc	0.87±0.02a	0.40±3.83b	0.12±5.35ab
糖 20%、吉利 T 8%	1738.8±5.33a	0.90±0.05a	0.41±5.36b	0.13±5.29a

在物性分析之硬度方面：隨著吉利 T 添加之比例增加，硬度亦隨之明顯增加；添加 20% 細砂糖的果凍樣品其硬度較添加 15% 細砂糖的果凍樣品高。在彈性及凝聚度方

面亦有相同之情形。在恢復力方面則是隨著吉利 T 添加之比例增加，恢復力亦隨之增加；添加 20%細砂糖的果凍樣品其恢復力較添加 15%細砂糖的果凍彼此並無顯著差異。

(五)官能品評

表 11、洛神葵果凍之感官品評分析結果

樣品	外觀	香氣	味道	質地	整體感覺
941	6.52±1.50a	6.19±1.36a	5.60±1.71a	6.34±1.48a	6.10±1.45a
614	5.80±1.58b	5.84±1.25ab	5.45±1.54a	5.38±1.63bc	5.40±1.53b
797	5.03±1.66c	5.67±1.35bc	5.58±1.54a	5.01±1.73c	5.30±1.54b
183	6.27±1.40a	6.18±6.18a	5.45±1.72a	5.83±1.66b	5.87±1.48a
522	5.80±1.52b	5.70±1.37bc	5.22±1.83a	4.18±1.76d	4.71±1.62c
266	4.75±1.56c	5.43±1.31c	5.47±1.57a	4.47±1.65d	4.97±1.50bc

在嗜好性品評方面：由表可知在外觀、香氣、質地及整體感覺均以糖 15%、吉利 T 4%(編號 941)及糖 15%、吉利 T 4%的果凍樣品(編號 183)此二個果凍樣品分數最高。且此二樣品間的分數並無顯著差異。且編號 941 之果凍樣品的整體感覺分數高達 6.10，表示品評員對於此樣品的喜好度是極高的。

表 12、品評員對不同比例之吉利 T 及砂糖添加量的洛神葵果凍喜好性之順位和

比例	編號	1	2	3	4	5	6	順位和
糖 15%、吉利 T 4%	941	35	25	12	10	7	6	232a
糖 15%、吉利 T 6%	614	7	17	26	25	16	3	317b
糖 15%、吉利 T 8%	797	10	13	13	17	22	14	337bc
糖 20%、吉利 T 4%	183	27	22	18	10	9	8	258ab
糖 20%、吉利 T 6%	522	8	10	15	10	8	41	399c
糖 20%、吉利 T 8%	266	6	6	9	21	31	21	410c

n = 93. Means with different letters at the last column are significantly different. (p < 0.05)

在順位品評方面：經由 Newell & MacFarlane 法查表得知，順位和是否有顯著差異的臨界數為 74。由表 12 可知：糖 15%、吉利 T 4%(編號 941)及糖 20%、吉利 T 4%的果凍樣品(編號 183)，品評員對此二樣品喜好度最高，且二者順位和相減的值為 26，小於臨界數 74，代表此二個樣品彼此間無顯著差異。但是與其他四種樣品比較，則有顯著差異。品評結果顯示吉利 T 添加比例愈高，品評員對於果凍樣品之喜好度愈低。

(六)成本分析

表 13、成本分析

材料	乾燥洛神葵	水	細砂糖	吉利 T
用量	50g	1000g	150g	40g
成本	50 元	~	4.8 元	28 元

以 941 樣品為例，若欲製作 10 個果凍(每杯容量約 100 ml)，成本如表列。由表可知，製作一個洛神葵果凍材料成本約為 8.28 元。而市售果凍售價則在 45 元左右。

陸、討論

1. 於探討洛神葵花青素之最適萃取條件時，由實驗得知總花青素之萃取量與萃取溫度成正比，即溫度愈高有愈高之萃取率，但是加熱時間愈長，花青素會有裂解之情形。此結論亦可由色澤分析(L、a、b 值之測定)、降解指數(DI)之測定的分析結果得到驗證。
2. 由前人研究可知，以 80°C 及 100°C 進行茶葉沖泡，前者可製得口感較佳之茶湯，因為 100°C 的高溫會比 80°C 溶出較多的單寧成份，造成茶湯之苦澀。但由本實驗得知：80°C 之洛神葵萃取液與 100°C 之洛神葵萃取液此二者之酸度相若，降低萃取溫度並未因此溶出較少的酸味成份。因此建議民眾：以熱水沖泡乾燥洛神葵，較低的溫度(80°C)並不會因此製得酸味較低之洛神葵飲品。
3. 添加不同的酸並未顯著影響洛神葵萃取液之總花青素含量及色澤分析等數值。然而檸檬酸是一種令人感到愉快、口感清涼的酸；蘋果酸則帶有苦味，對於酸味及澀味會有加強效果。因此，在製作洛神葵相關產品，為了風味及口感之考量，可自行斟酌。
4. 本實驗中我們以 1M NaOH 及 1M HCl 將洛神葵萃取液調整至 pH 1~14 並記錄其顏色變

化，我們觀察到洛神葵萃取液色澤確實因 pH 值不同而改變，此點我們甚感奇妙，日後或可應用此特性做新產品之開發。

5. 在洛神葵萃取液之抗氧化能力測定部分：在 100°C 加熱萃取 60 分鐘可得總多酚含量為 449.2 $\mu\text{g/ml}$ 。由文獻可知；此值高於美國紅地球葡萄(144.7 $\mu\text{g/ml}$)，而與紐西蘭奇異果(443.3 $\mu\text{g/ml}$)相當。由此可知洛神葵萃取液有極佳之抗氧化能力。
6. 品評員對於細砂糖 15%、吉利 T 4%及細砂糖 20%、吉利 T 4%的果凍樣品喜好度最高。品評結果亦發現吉利 T 添加量高於 4%會造成果凍之口感較硬，較不受品評員喜愛。在物性分析顯示：隨著吉利 T 添加之比例增加，硬度、彈性及凝聚度亦隨之明顯增加；添加 20%細砂糖的果凍樣品其硬度較添加 15%細砂糖的果凍樣品高。砂糖對於洛神葵萃取液具有保色效果：砂糖添加 20%、吉利 T 添加 4%及 6%之果凍樣品，其明亮度(L 值)及紅色度(a 值)均高於砂糖添加量 15%者，且有顯著差異。隨著添加吉利 T 的比例增加，明亮度(L 值)呈現些微增加，紅色度則明顯降低。希望上述結論可供日後欲將洛神葵果凍商品化者作參考。

柒、結論

1. 由實驗結果可知：洛神葵花青素萃取之最適條件為：固液比 1：20、加熱萃取溫度 100 °C、萃取時間 30 分鐘(pH 2.26)，可萃取出最高之總花青素含量為 119.8 mg/100ml。
2. 在 100°C 加熱萃取 60 分鐘可得總多酚含量為 449.2 $\mu\text{g/ml}$ 。此值與紐西蘭奇異果(443.3 $\mu\text{g/ml}$)相當。此萃取液 DPPH 之清除能力為 30.18%。由此可知洛神葵萃取液有極佳之抗氧化能力。
3. 在洛神葵果凍製作時，洋菜會造成太脆硬的口感，吉利丁片製出的成品則是太過 Q 彈，因此選用吉利 T 粉為膠凍材料，且由官能品評得知：細砂糖 15%、吉利 T 4%及細砂糖 20%、吉利 T 4%的果凍成品喜好度最高。
4. 市面上甚少洛神葵果凍商品，希望藉由本研究能讓更多人能了解洛神葵對健康之益處、洛神葵果凍是一個值得推廣之帶有健康概念的美味小點心。

捌、參考資料

1. 洛神花正火紅－賞花吃花在金峰鄉（2004年10月19日）· 大紀元時報· 取自
<http://www.epochtimes.com/b5/4/10/20/n695659.htm>
2. 王朝鐘（2008）· 植物紅寶石－洛神花之醫學功能與產品開發· 農業生技產業季刊，14，
62-68。
3. 練怡伶（2009）· 洛神葵花青素萃取條件及儲存安定性之探討（未出版的碩士論文）· 臺
中市：國立中興大學食品暨應用生物科技學系。
4. 蔡碧仁（1995）· 洛神葵在採收後處理乾燥加工及貯存期間褐變之探討（未出版的博士
論文）· 臺中市：國立中興大學食品科學研究所。
5. 王俊民（2000）· 洛神花色素成分及其抗氧化活性之分析（未出版的碩士論文）· 臺中市：
中山醫學大學生物化學研究所。
6. 劉伯康、莊朝琪（2016）· 食品感官品評：理論與實務（第二版）· 臺北市：新文京。
7. 張為憲（1992）· 高等食品化學· 臺北市：華香園。
8. 楊淑惠、謝鴻業（2015）· 國產水果之抗氧化力－以亞硝酸鹽清除為例· 農業試驗所技
術服務季刊，103，1-3。
9. 賴金泉、王昭君（2015）· 食品化學與分析II· 臺北市：台科大。

【評語】 052212

1. 本研究以洛神葵製作具抗氧化活性之果凍。
2. 研究成果具應用性。
3. 實驗內容與成品之抗氧化活性評估可更深入。
4. 實驗記錄宜加強。