

投稿類別：農業類

篇名：

鬼「腐」「神」工-創新洛神花豆腐之研究

作者：

黃暉涵。台北市立松山高級工農職業學校。加三仁班

張峻榮。台北市立松山高級工農職業學校。加三仁班

林筱婕。台北市立松山高級工農職業學校。加三仁班

指導老師：

王昭君老師

周淑萍老師

壹、前言

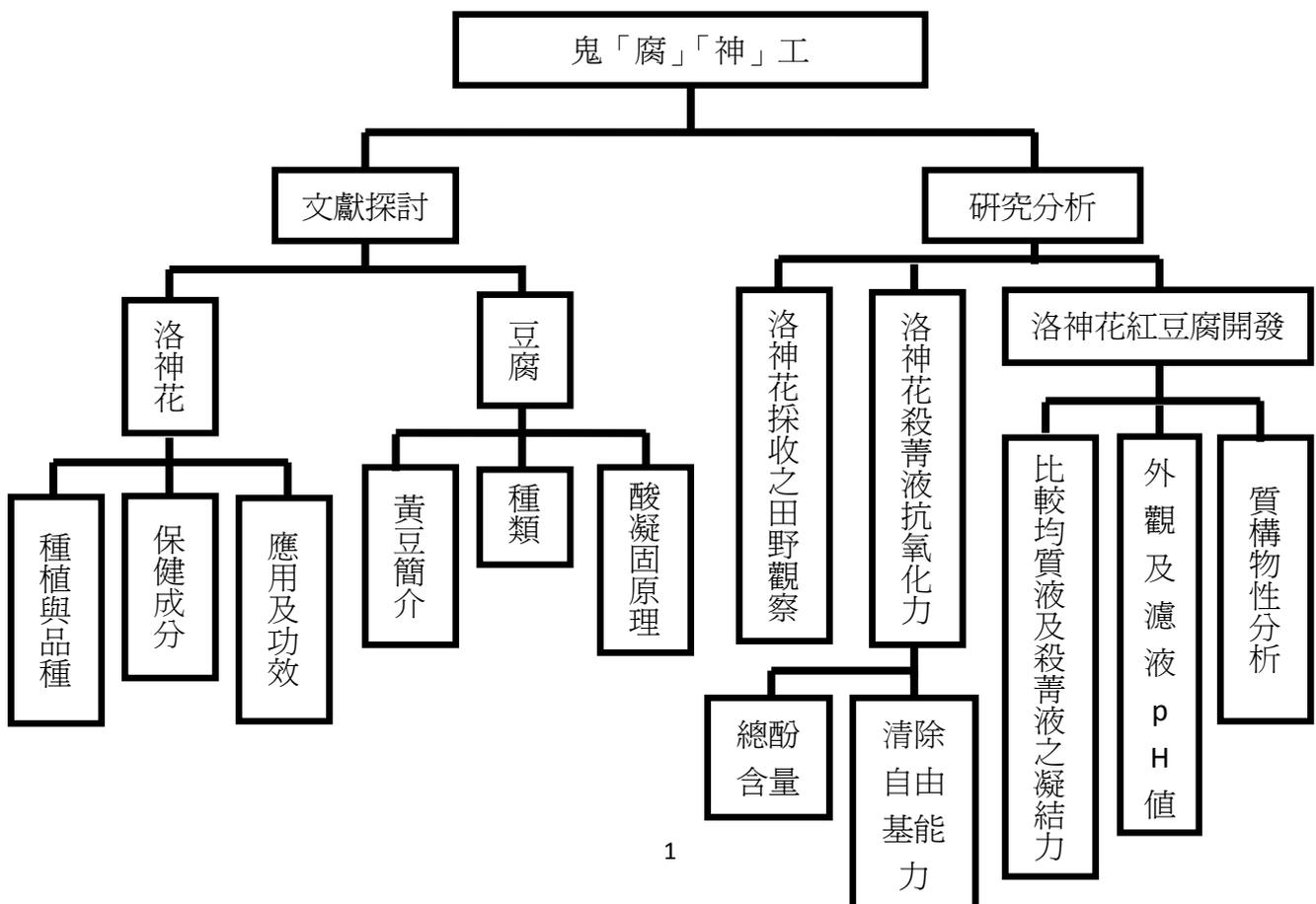
一、動機

小時候常跟著爸爸去中藥店買中藥材，那時看到一樣類似「花」乾燥物令人十分感興趣的物質，當時心想「花」也能當中藥材使用嗎？問了老闆才知道這是名叫「洛神葵」的果萼乾燥物。加上在我們食品加工科花園中恰巧種了幾株洛神花，可以直接進行「洛神葵」之田野種植觀察記錄。此外，「洛神葵」因富含抗氧化植化素而被稱為植物界的「紅寶石」，盛產時常被加工製成蜜餞，但殺菁過程所餘留之殺菁水呈現鮮豔紫紅色且帶酸味，在食品加工實習課程亦學過嫩豆腐的製作原理是藉由酸達到蛋白質等電點而造成凝固，故我們想將帶酸味的洛神花運用開發製作「保健紅豆腐」，並探討其加工可行性。

二、目的

1. 透過文獻探討認識台灣洛神花的種植及品種，並進行洛神花採收過程之田野觀察記錄，結合理論及實際徹底了解洛神花此項研究素材。
2. 藉由文獻知悉洛神花的保健成分及功效，並實驗分析洛神花殺菁水之抗氧化能力，證實洛神花為植物界中的紅寶石。
3. 開發洛神花紅豆腐製品並分析其物理特性，希望融合黃豆及洛神花二項保健營養成分，提升豆腐的價值，追求更健康飲食目的。

三、架構



貳、正文

一、植物界『紅寶石』—洛神花

(一) 洛神花的種植

洛神葵名稱是由英文名「Roselle」音譯而來，學名為 *Hibiscus sabdariffa* Linnæus，為錦葵科木槿屬植物，俗稱洛神花，又稱洛神果、洛濟葵、紅葵、山茄等。一年生草本小灌木，廣泛栽培於南北半球之熱帶及亞熱帶地區，在臺灣產區位於東部地區，是臺東地區重要的特色作物，以金峰鄉、太麻里鄉、卑南鄉等為主要產區。洛神花株約 2-3 公尺，生長適溫為 24~ 32 °C，通常用種子或扦插繁殖，每年 3-5 月為播種適期，對土壤的選擇亦不嚴苛栽培土，以沙質土壤為佳，是一種既耐旱且又能粗放栽培的植物，生長期間需進行 1-2 次摘心促進分枝，每年 10-12 月開始開花結果。

(二) 洛神花的品種

洛神花品種可分為兩大類，分別為紅色種及綠色種。「紅色種的枝幹、葉片、葉柄、萼片均呈紫紅色，是本省經濟栽培的主要品種。」(黃秋蘭，1993)。綠色種則兼作纖維之用途。

(表一) 洛神花品種及特色

品種	特色
臺東一號	屬早熟品種，且為閉萼品系，適宜加工乾燥及製作蜜餞。
臺東二號	屬早熟品種，適合當切花或盆栽觀賞。
臺東三號	屬早熟品種，為所有品種最早生長，適合人工採收，作為蜜餞加工。
臺東四號—紅斑馬	此品種以生產果萼為目的，其生長期較長，株型較大，產量及果萼品質較佳。
臺東五號—吉利	兼具觀賞及食用用途，為雜交育種第一代品種。

(來源：行政院農委會 <https://kmweb.coa.gov.tw/subject/mp.aop?mp=313>)

(二) 洛神花之保健營養成分

洛神葵的果萼有食用、保健之價值，根據研究「經動物實驗證實可降低血中三酸甘油脂，對人工造成之大鼠肝臟的損傷可降低血清中GOT、GPT 值」(陳進分，2008)。而研究指出洛神花之保健成分及功效包括：

1、花青素：或稱花青苷，屬於一種生物類黃酮，為植物中最常見水溶性植物色素，但在食品中常見只有「天竺葵苷素、矢車菊色素配質、花翠配質、芍藥花素、牽牛花素配質、錦葵色素配質」(賴金泉，2015) 等六種。自身為天然強抗氧化劑可清除自由基，具有抗人體低密度脂蛋白氧化、增加免疫系統、抗癌、預防高血壓、保護動脈血管壁上膠原蛋白遭破壞..等功效。

2、兒茶素：又稱茶單寧，兒茶酚，屬於多酚化合物，依結構差異包括表兒茶素、表沒食子兒茶素、表兒茶素沒食子酸酯和表沒食子兒茶素沒食子酸酯等四大類，為一種天然苯酚類的抗氧化劑，可抑制化學致癌物誘導之癌化及抗化學性物質誘導促腫瘤之作用。

3、類黃酮：結構為 C₃-C₆-C₃ 的組成，泛指黃酮類的衍生物，且因化學結構與女性荷爾蒙雌激素相似，故亦稱作植物性雌激素，能改善女性更年期症狀。此外，亦具有活化體內超氧歧化酶（SOD）、麩胱甘肽過氧化酶（GSH）等抗氧化酵素功效。

（三）洛神花的應用及功效

洛神花的利用價值高，全株包括種子、花、根皆可以作為藥用。種子在藥典中記載具有強壯、利尿、輕瀉的功效；洛神花萼可作鮮品或是乾品使用，新鮮花萼去子實後摘下來曬乾作為茶飲最為普遍，具有清熱、解渴、止咳、降血壓等功效，是熱帶地區一種流行飲料，且因內含有多種果實有機酸而可做成果醬、果汁、果凍、茶包、蜜餞等加工製品，若是加糖發酵則可以釀出洛神花水果酒，未熟花萼也可作為醋的原料；最後其幹莖因含富含有不可溶性纖維，常提供做紡織、造紙之原料，故洛神花植物栽培擁有非常多用途。

二、素食界的『肉品』－豆腐

（一）豆腐的主原料-黃豆

大豆亦稱黃豆，其蛋白質含量高，且價格便宜，俗稱旱田之肉。是素食者蛋白質的重要來源。以下簡介幾種常見的黃豆機能成分及作用：

- 1、大豆蛋白質：一種天然植物性蛋白質，可降低心血管疾病的發生，及預防膽結石的產生。
- 2、不飽和脂肪酸：不含膽固醇而富含如 ω -3 及 ω -6 多元不飽和脂肪酸能預防心血管疾病。
- 3、大豆卵磷脂：可預防動脈硬化、高血壓、延緩老化及老人癡呆症。
- 4、異黃酮：具與女性激素相似功效，也被稱植物性女性激素，可預防女性停經後更年期障礙。
- 5、大豆固醇：有降低血清膽固醇效果，亦有預防結腸腫瘤和皮膚癌的功效。
- 6、生育素（維生素 E）：良好的抗氧化劑，防止體內過氧化脂的增加，預防老化。
- 7、礦物質：除鈣質外，微量的硒具有強抗氧化作用，在抗老化上尤其重要。

（二）豆腐的種類

豆腐為大豆之初級加工品，源自西漢，普遍於東南亞，極富營養價值，常見市售豆腐種類包括以下幾種，（表二）為三者之比較表：

- 1、嫩豆腐（絹豆腐）：磨漿時以黃豆：水=1：5~6，添加硫酸鈣（即石膏），經 20~ 30 分鐘凝

固成型，由於在模箱中凝固且不加壓排出水分，所以表面平滑而質地柔軟。

- 2、傳統豆腐（板豆腐）：磨漿時以黃豆：水=1：10，添加硫酸鈣等待凝固成型後，略為破碎並放入模箱中加壓排出豆清，所以質地較硬，適合烹調。依據水量的不同，還可分為傳統豆腐、硬豆腐、豆干。
- 3、盒裝豆腐：磨漿時以黃豆：水=1：5，與嫩豆腐、傳統豆腐不一樣，乃是使用葡萄糖酸- δ -內酯（GDL）作為凝固劑，加熱 80°C、30 分鐘，藉由蛋白質等電點凝固，質地相較嫩豆腐、傳統豆腐更為均勻。

（表二）市售常見豆腐之比較

	嫩豆腐	豆腐	盒裝豆腐
豆水比	1:5 ~ 1:7	1:10	1:5
凝固劑	CaSO ₄	CaSO ₄	CaSO ₄ and/or GDL
成型步驟	不加壓	加壓	不加壓
化學組成			
水分(%)	88.9	86.8	90
粗蛋白(%)	5.7	6.8	4.5
粗脂肪(%)	3.8	5	3.2
灰分(%)	0.6	0.6	0.6
質地	軟而平滑	略硬	軟而平滑

（來源：施明智，2016）

（三）豆腐酸凝固原理

蛋白質的變性主要透過加熱及酸凝固兩種，其中酸凝固原理則是利用酸使蛋白質的 pH 值下降，達到等電點（pI 值），進而產生凝固作用。市售盒裝豆腐即是利用此原理，製作豆腐時在豆漿中加入葡萄糖酸- δ -內酯後，再加熱至溫度約 60~70°C，使葡萄糖酸- δ -內酯緩慢水解成葡萄糖酸，使 pH 值降低，蛋白質遇酸後以氫鍵結合凝固，故其豆腐具有質地軟嫩、易破碎等特性。

三、（研究一）洛神葵採收之田野記錄

實際觀察我們校園中種植之洛神花植株後，對於洛神葵的開花到結果的過程變化，提出以下幾項記錄，並以採收收成之洛神花進行我們的研究：



（圖一）洛神花生長採收過程 （來源：作者田野觀察記錄）

- 1、發芽：植株的葉具長柄，雄蕊多數，日照強時最好。
- 2、開花：花朵早上開放，下午花瓣隨即凋謝掉落。
- 3、蒴果：蒴果於花謝後逐漸肥大，萼片肥厚。
- 4、結果：蒴果被宿存花萼所包裹，外生白色刺毛。
- 5、熟成：花萼多肉質，花瓣橙紅。

四、(研究二) 洛神花殺菁液之抗氧化力測定

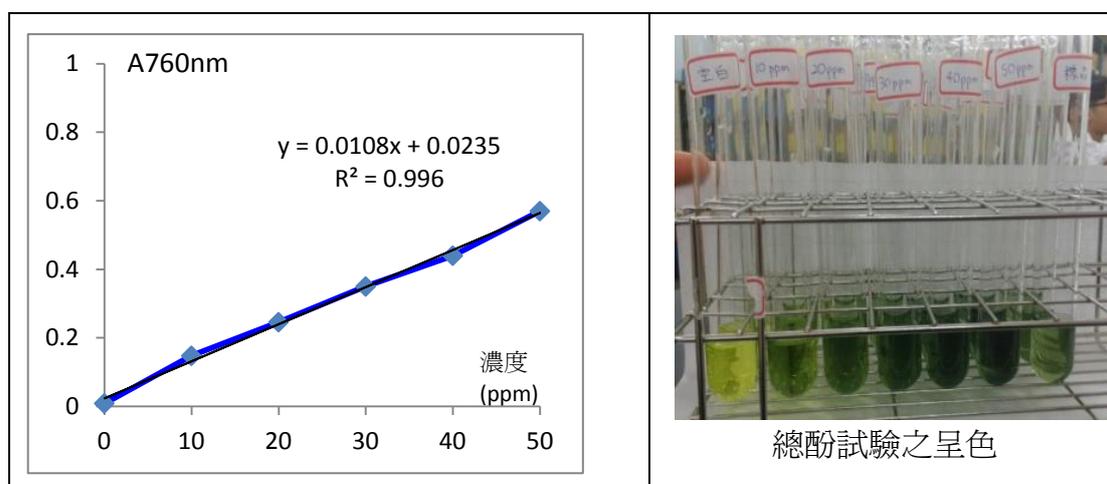
(一) 總酚含量試驗

1、實驗步驟

- (1) 洛神花殺菁液：將洛神花去果核後，殺菁 6 次，取其殺菁液。
- (2) 配製 100ppm 五倍子酸之多酚標準品後，將其系列稀釋 10~50ppm 等濃度。
- (3) 使用微量吸管將 0.4 毫升待測液、2 毫升 20%FC 試劑、1.6 毫升 2%碳酸鈉水溶液加入試管中均勻震盪。
- (4) 避光反應 30 分鐘，每個試驗重複 3 次。
- (5) 呈色以分光光度計測定 A_{760} 製作五倍子酸迴歸曲線，並計算出洛神花殺菁水之總酚含量。

2、結果與討論

多酚化合物為自然界中最常見的抗氧化物質、而五倍子酸為公認具高抗氧化力的多酚結構化合物，故實驗常以其為標準品來換算成標中的總酚含量，(圖二)為 10~50ppm 五倍子酸標準溶液製作出的迴歸曲線，函數為 $y = 0.0108x + 0.0235$ ， y 代表 A_{760} 吸光值， x 代表五倍子酸濃度， $R^2 = 0.996$ ， R^2 為迴歸係數， R^2 愈接近 1 表示迴歸曲線愈準確。而反應呈色愈深代表試樣中總酚化合物含量愈多，而進行洛神花殺菁水三重覆檢測得到結果如(表三)， A_{760} 之吸光值為 0.371 ± 0.016 ，代入迴歸曲線得總酚含量為 32.21 ± 1.463 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)，顯示在洛神花殺菁所餘之殺菁水中仍然存在高濃度多酚化合物，提供洛神花抗氧化活性。



(圖二) 五倍子酸標準溶液與 A_{760} 吸光值之關係

(來源：自行實驗)

鬼「腐」「神」工-創新洛神花豆腐之研究
 (表三) 洛神花殺菁水之總酚含量分析

待測液	第一次測定	第二次測定	第三次測定	平均值±標準差
洛神花殺菁液	0.382	0.383	0.349	0.371±0.016
總酚含量 (ppm)	33.19	33.29	30.14	32.21±1.463

(來源：自行實驗)

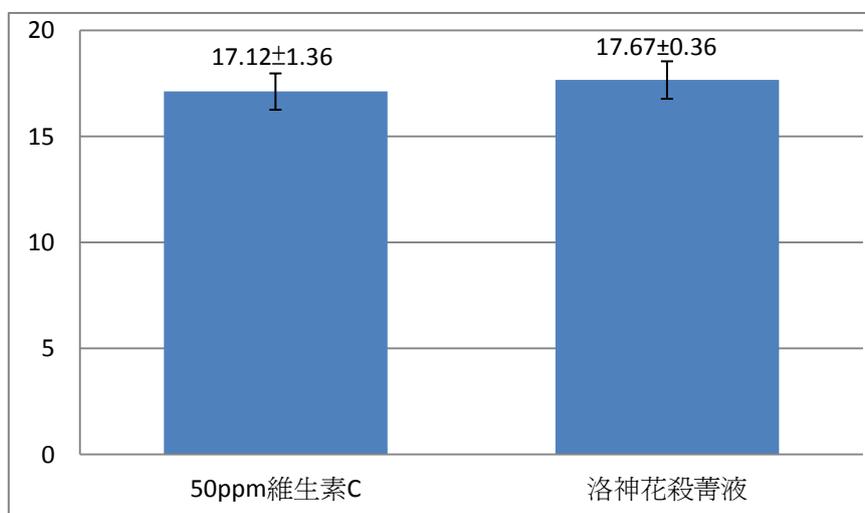
(二) 清除 DPPH 自由基能力試驗

1、實驗步驟

- (1) 使用微量吸管將 0.1 毫升試驗液、3.9 毫升 DPPH 溶液加入試管中均勻震盪。
- (2) 避光反應 30 分鐘，每個試驗重複 3 次。
- (3) 呈色後以分光光度計測定 A_{515} ，並換算出洛神花殺菁水之清除 DPPH 自由基能力。

2、結果與討論

(圖三) 為洛神花殺菁水之清除 DPPH 自由基能力研究結果，當試樣中具有抗氧化物質時會捕捉 DPPH 自由基，使得呈色 A_{515} 吸光值降低，當顏色愈淡表示試樣清除自由基之能力愈好。與常見之水溶性抗氧化劑—維生素 C 比較時，洛神花殺菁水與 50ppm 維生素 C 兩者數值相近，約為 17%，顯示洛神花殺菁水試樣液能藉由捕捉自由基，減少促氧化物的存在而達到抗氧化之保健功效。



(圖三) 洛神花殺菁液之清除 DPPH 自由基能力

(來源：自行實驗)

五、(研究三) 洛神花均質液及洛神花殺菁液對豆乳之凝結力分析

(一) 目的

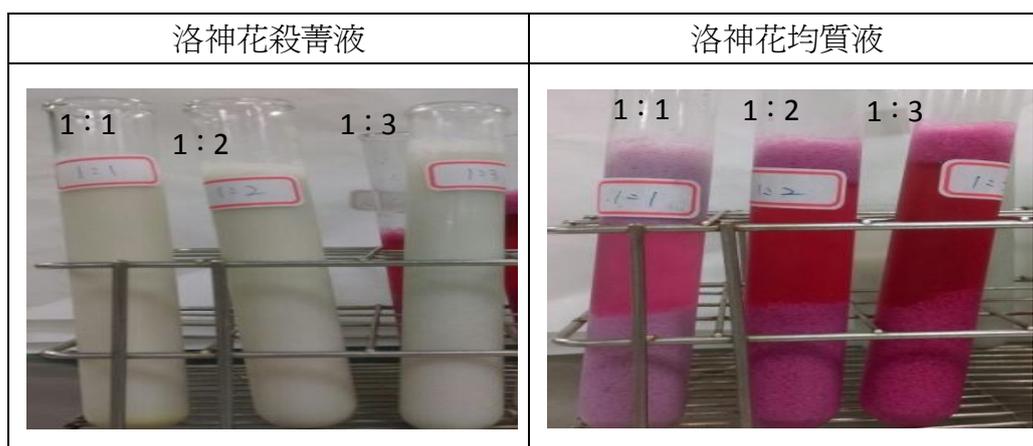
比較洛神花殺菁液和 10% 洛神花均質液對豆乳凝結力之影響，探討開發洛神花紅豆腐之酸凝固液最適凝固劑原料來源。

(二) 實驗步驟

- 1、以黃豆：水=1：10 方式製備豆乳。
- 2、試樣液製備：洛神花殺菁液之製備方式同抗氧化試驗，而 10%洛神花均質液則是以洛神葵：水=1：9 均質機攪打。
- 3、凝結力試驗：將豆乳：試樣液=1：1、1：2、1：3 之三種不同比例混合後置入試管中，觀察記錄 1 小時後試管中凝聚情形。

(三) 結果與討論

(圖四) 為不同處理洛神花液對豆乳凝結力之影響比較圖，左圖為洛神花殺菁液三種比例下均無凝集沉澱物生成，而相對的右圖三種比例均出現凝聚反應，且隨著洛神花均質液加入比例愈高，試管中沉澱物量也隨之增加，液體顏色也愈鮮紅，推測洛神花殺菁液之酸度不足導致豆乳完全不凝結，故若欲開發洛神花紅豆腐建議直接採用洛神花均質液做為凝固液進行研究。



(圖四) 不同處理之洛神花對豆乳凝結力之比較

(來源：自行實驗)

六、(研究四) 洛神花紅豆腐產品開發

(一) 製作洛神花紅豆腐

1、目的

結合具抗氧化能力的洛神花均質液與高營養價值的豆腐，開發洛神花紅豆腐

2、實驗步驟

- (1) 浸泡黃豆 600g，冷藏 10 小時以上至約黃豆的 2 倍重。
- (2) 加水至總重 3000 g，倒入磨漿機磨漿。
- (3) 以電鍋加熱豆漿至 100°C，10 分鐘後，保溫備用。
- (4) 洛神花洗淨後，加水均質備製成 10%、20%的洛神花水。

(5) 製作分別以樣品：豆漿=1：1 的方式混合出豆腐花，再分別倒入裝置有濾布、布氏漏斗的抽濾瓶，同時以重物擠壓出水 30 分鐘。

			
浸泡黃豆	製作豆乳	加熱豆乳	製備洛神花水
			
製備 GDL 水溶液	凝固液混合豆乳	壓濾豆腐	成品

(圖五) 洛神花紅豆腐製作流程

(來源：自行實驗)

4、結果與討論

(圖六) 為洛神花紅豆腐及 GDL 豆腐之成品及切面組織外觀圖，圖中可見 10% 及 20% 洛神花液能如同 GDL 般造成豆腐凝結，且當洛神花液增加時豆腐的呈色會帶有紫紅色，色澤十分吸引人，而 20% 豆腐切面組織細緻度與 GDL 對照組較相近。而再比對 (圖七) 三者豆腐濾液之 pH 值發現以 20% 洛神花液值最低，故推測凝結力佳及源自於酸度高之因素。

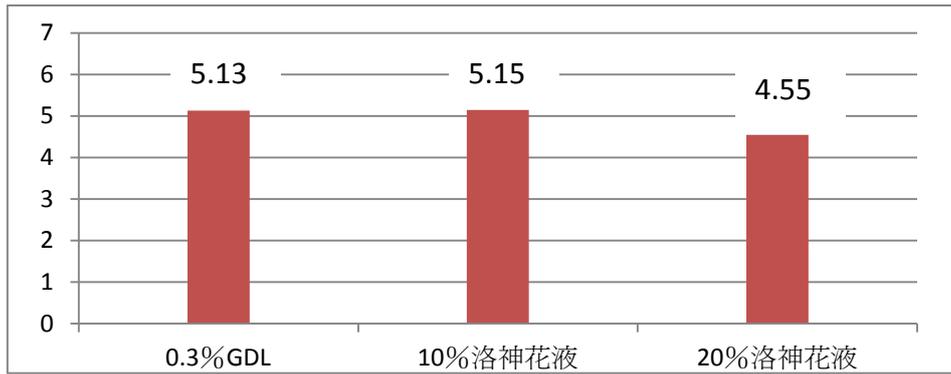
(1) 洛神花紅豆腐外觀及切面組織之分析

	0.3%GDL	10%洛神花液	20%洛神花液
豆腐成品			
豆腐切面			

(圖六) 不同比例洛神花紅豆腐外觀及切面組織之比較

(來源：自行實驗)

(2) 洛神花紅豆腐濾液 pH 值之比較



(圖七) 洛神花紅豆腐濾液 pH 值之比較

(來源：自行實驗)

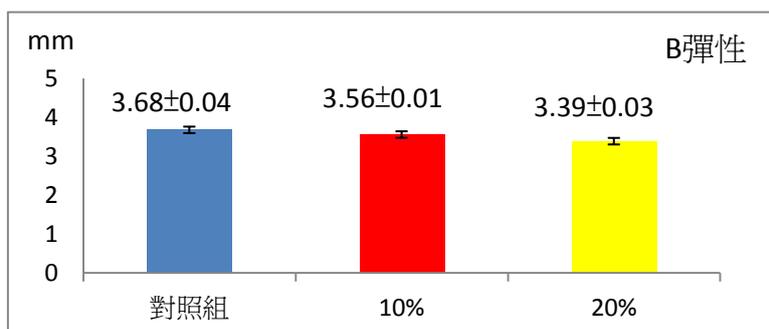
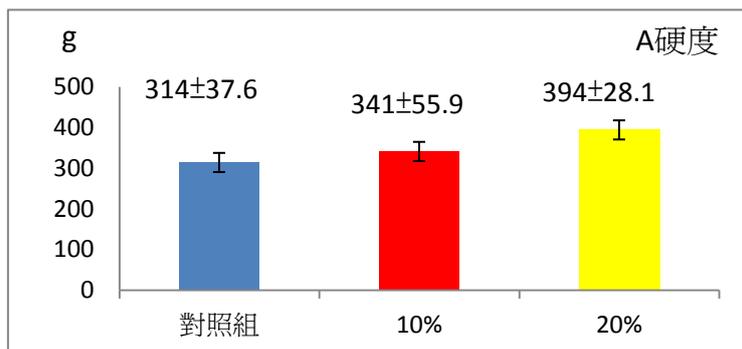
(二) 洛神花紅豆腐之質構物性之分析

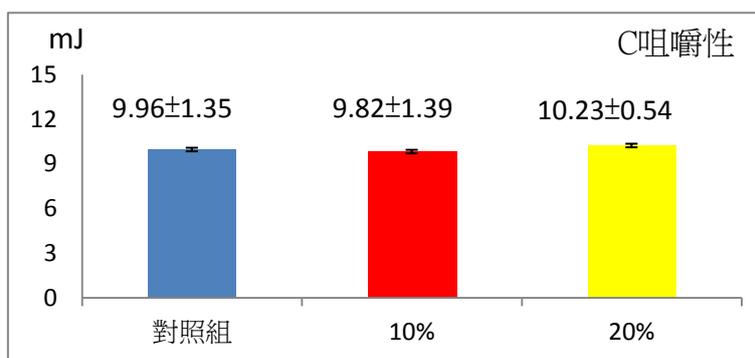
1、實驗步驟

- (1) 將兩種洛神花紅豆腐分別切出 2 cm×2cm×2 cm 之樣品三塊。
- (2) 以物性儀 (Brookfield CT3-4500) 進行 TPA 質構值分析，選擇探頭 TA7，探頭與操作台距設定為 50 mm，間隔 1 秒鐘，下壓樣品 50%，連續下壓二次測定。

2、結果與討論

(圖八)為 GDL 對照組與洛神花紅豆腐之硬度、彈性、咀嚼性等物性儀之質構分析值比較。三組在各項數值均十分接近，(A) 硬度為 20% > 10% > GDL，(B) 彈性為 GDL > 10% > 20%，三項特性值似好相反，硬度高則彈性低，而再比對 (C) 咀嚼性口感則以 20% 洛神花液值最高，故綜合而論建議採用 20% 洛神花均質液與豆漿以 1:1 方式混合壓製成紅豆腐，其能達到與 0.3% GDL 豆腐相近之功效，且具有鮮豔紫紅色之寶石光澤。





(圖八) 洛神花紅豆腐質構物性值之比較(A)硬度(B)彈性(C)咀嚼性 (來源：自行實驗)

參、結論

透過文獻的探討我們發現洛神花不愧是植物中的紅寶石，富含多種且豐富的保健成分，而單純的國民傳統美食-豆腐中更潛藏著奧妙的製做原理，融合二者之特性所進行的研究，提出了以下幾點結論：

- 1、田野觀察紀錄過程充份認知了洛神葵的採收流程，其需配合良好陽光及土壤栽培，採收成熟也必須等到朔果萼片肥厚度高、紅色色澤鮮艷才有良好品質。
- 2、抗氧化試驗中發現洛神花殺菁水含 $32.21 \pm 1.463 \mu\text{g/ml}$ 的總酚化合物、捕捉自由基的能力與 50ppm 維生素 C 相當，表示即使只是加工過程廢棄不用之殺菁水都具有抗氧化活性，若以洛神花均質液為主體定富含高抗氧化保健功效。
- 3、洛神花殺菁液之酸度不足無法造成豆乳產生凝結，建議直接使用洛神花均質液開發洛神花紅豆腐，利用均質液之含酸溶液為豆腐凝固劑，以 20%洛神花均質液與豆漿採 1:1 混合製成保健又美麗的養生紅豆腐。

綜合而論，透過本小論文的探索及實驗提出洛神花開發之新領域，將此項養生的保健植物融入常見的飲食產品中，不但推廣洛神花的應用面，更達到追求健康飲食之目的。

肆、引註資料

註一、黃秋蘭 (1993)。洛神花的栽培與利用。臺東區農業專訊，4，14~17。

註二、行政院農委會洛神葵主題館。105 年 12 月 28 日。取自

<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/mp.aop?mp=313>

註三、陳進分 (2008)。洛神葵栽培技術。臺東區農業改良場技術專刊，特11，7。

註四、賴金泉、王昭君 (2015)。食品化學與分析 II。新北市：台科大圖書股份有限公司。

註五、施明智 (2016)。豆腐的種種。食品資訊，274，51。