

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 保健諾麗果汁之改良生產 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 98-2324-B-029-001-  
執行期間：98年08月01日至99年07月31日  
執行單位：東海大學食品科學研究所

計畫主持人：蔡正宗  
共同主持人：李根永、江文德

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99年09月01日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

(計畫名稱)

保健諾麗果汁之改良生產

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：098N0030044-AA

執行期間： 98 年 08 月 01 日至 99 年 07 月 31 日

計畫主持人：蔡正宗

共同主持人：李根永、江文德

計畫參與人員：

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：東海大學 食品科學研究所

中 華 民 國 95 年 08 月 30 日

## 中文摘要

諾麗 (noni) 果汁含有多種機能性成分，具多種生理功效，但有不良之風味，接受度低。市售調味將降低其功能性，傳統之釀製為室溫發酵，為期約二個月，並採用傳統巴斯德法 (65°C/2 days) 殺菌，確保其安全。

為加速其製程並改善其產品風味及保持或提高其品質，本計劃分為三部份：(1) 控溫發酵 (2) 降膜減壓除味及 (3) 不同除菌處理 (低溫長時、高溫短時間及膜過濾)。

### (1) 控溫發酵

在不同溫度下 (25、35、45、55°C) 發酵之果之產率： $25 = 35^\circ\text{C} > 45^\circ\text{C} > 55^\circ\text{C}$ 。35°C 發酵之產率初期最好，不同發酵溫度對單寧及東莨菪素不影響，在 25°C 下保有較高類黃酮、芸香素及 ACE 抑制活性，在高溫下則具有較高之抗氧化能力。

### (2) 降膜減壓除味

在 90 torr 及 50–70°C 下進行多次循環蒸發，可有效降低臭味成分 (Butanoic acid + 2-methyl butyric acid) 及提高產品的品聞及品嚐整體接受性，70°C/4 循環為最適條件，產品機能性之優劣： $70^\circ\text{C}/2 \text{ 循環} > 70^\circ\text{C}/4 \text{ 循環} > 70^\circ\text{C}/6 \text{ 循環}$ 。

### (3) 不同除菌處理

Noni 果汁為酸性果汁，未經殺菌處理時之菌數便符合衛生安全法規，但為確保飲用安全，本實驗採取三種不同殺菌條件進行測試。結果顯示，經殺菌後其殘存菌數 (CFU/plate) 均低於個位數，飲用安全無虞。另測試殺菌過程對其功能性成分之影響，結果顯示三種處理不影響東莨菪素及芸香素之含量，而超過濾 (ultra filtration, UF) 和高溫短時 (high temperature short time, HTST) (板式熱交換) 對於總酚、類黃酮和抗氧化能力的影響不大，但會降低縮合單寧的含量。而低溫長時 (low temperature long time, LTLT) (24 小時隔夜殺菌二次) 則會顯著增加縮合單寧和抗氧化能力。ACE 之抑制作用： $\text{Control} > \text{LTLT} = \text{HTST} = \text{UF}$ 。

**關鍵字：**諾麗、控溫發酵、降膜減壓、殺菌、植物化學成分、抗氧化活性、ACE 抑制活性

## ABSTRACT

Noni juice contains many functional ingredients and exhibits multi-physiological activities. Its unpleasing odor and taste is quite unacceptable to consumer. Traditionally, the noni juice was prepared by anaerobic fermentation for two months and bottled juice were then pasteurized at low temperature (60°C) for couple days for sale. To shorten the fermentation and improve juice yield, the noni fruit were anaerobic fermented at four different temperature, 25, 35 45 and 55°C. the final yield for different temperature fermentation was: 25, 35°C > 45°C > 55°C. Noni juice from 25°C-fermentation showed higher content in flavonoid, rutin and exhibit better ACE inhibitory activity than other three treatments. However, noni juice from 55°C-fermentation showed best antioxidant activity among treatments. To remove unpleasing odor compounds, butanic acid and 2-methylbutyric acid, the fermented noni juices were evaporated under 90 torr at temperature 50, 60 and 70°C for various cycles. Around 90% unpleasing odor compounds can be removed by the falling film evaporation. After evaporation, the flavor (odor and taste) acceptance of noni juice was significant increased. Total functionality of noni juice subjected to various treatment was following: 70°C/ 2 cycles > 70°C/ 4 cycles > 70°C/ 6 cycles. For safety, pasteurization (low temperature long time, LTLT) at low temperature (65°C) was applied to bottled-juice for couple days. In this study, HTST (High temperature short time) and UF (Ultrafiltration) were employed to shorten the process and to assay its effect on the quality. HTST is a very short process and save much time. UF gave the processed juice characteristics similar to original fermented juice. Scopoletin and rutin content were not significant affected by three different treatments. Pasteurized noni juice showed significant increase in condensed tannin content and antioxidant activity. The ACE inhibitory activity in three processed noni juice was following order: LTLT > HTST, UF.

**Keywords:** noni, temperature-controlled fermentation, falling film evaporation, pasteurization, phytochemical, antioxidant activity, ACE inhibitory activity,

## 前言

隨著文明進步與社會環境的變遷，現代人對於健康保健的需求日益提升，然而化學合成之醫療藥品往往伴隨著強烈的副作用，因此作用較為緩和之天然草本藥方便成為保健替代療法的新興選擇。諾麗果汁已被證實具有多種健康療效，為近年國內崛起的熱門保健飲品；國內諾麗果汁多由國外進口，價格高昂且風味不佳。目前已有國產之商品，但業者對製程及品質穩定性無法掌握，以致國產諾麗果汁無法順利推廣。

## 研究目的

本研究旨改進諾麗果汁之生產製程，以降低生產成本、改善風味並穩定品質。主要分為三個部份：(1) 最適發酵溫度的測定，(2) 降膜低溫濃縮去味，(3) 適當的殺菌條件。

## 文獻探討

諾麗 (noni) (*Morinda Citrifolia*) 為原產於南太平洋之常綠灌木，其生命力旺盛，因此在熱帶與亞熱帶地區皆能發現其蹤跡<sup>(1)</sup>。早在二千年前便已成為波里尼亞的食用作物兼藥物<sup>(2)</sup>。近十年已有多項對諾麗之研究，主要著重於果實與葉的機能成分與功效，大約有 200 多種植物化學成分被鑑定出<sup>(3)</sup>。研究指出，諾麗含蒽醌 (anthraquinones)、東莨菪素 (scopoletin)、芸香素 (rutin)、類黃酮 (flavonoids) 及多醣 (polysaccharide) 等多種酚類物質，能提供抗菌、抗癌、抗氧化、免疫調節、止痛及改善心血管疾病等功能<sup>(4,5)</sup>。諾麗果具多種療效，然而在熟成後會產生刺激性的丁酸腐臭味<sup>(6)</sup>，故多以加工產品的形式流通於市面。世界上第一罐商業諾麗果汁產品於 1996 年推出<sup>(7)</sup>，經發酵增長其機能成分，再調和以減少不適之風味，然而其價高而不易被國人接受，且調味或稀釋都會降低其產品功能性。

近年國內廠商引進諾麗於南部栽種，主要分布於恆春半島和屏東，雲林、嘉義、台南亦有少量栽種，期望以在地生產降低成本，進而將此產品推廣至大眾。然而諾麗果汁風味不佳，價格偏高銷售不易；而業者對製程及果汁品質穩定性又無法掌握，以致生產規模無法擴大難於整合。

本計畫主要分做下列三部份進行：

1. 最適發酵溫度的測定：諾麗果富含果膠多醣<sup>(8)</sup>，其果汁發酵過程可能與果膠分解有關。傳統發酵在無控溫下進行，微生物菌相及有關酵素之作用無法有效控制，以致產品品質不穩定。藉由控制果膠酵素以提昇產品品質已廣泛運用於釀酒與果汁工業<sup>(9)</sup>。如在最適溫度發酵，將可加速果膠酶反應，縮短諾麗果汁之發酵時間，降低諾麗果汁的成本。
2. 降膜低溫濃縮去味：現行諾麗果汁常添加其他添加物或稀釋來改善其風味<sup>(10)</sup>，亦降低果汁所具有的生理活性和功能性。本計劃將利用低溫減壓法進行風味改善，及分析果汁中指標成分含量，達不稀釋亦不降低品質的去味加工條件。
3. 適當的殺菌條件：由於諾麗果汁 pH 值約 3.5<sup>(10)</sup>，而且含多種抑菌物質<sup>(11)</sup>，因此採用溫和的殺菌條件，不僅縮短殺菌時間，降低成本，並可改善諾麗果汁之風味，以保留更多的保健有效成分。

## 研究方法

**材料：**諾麗果實摘採自屏東縣珍果生技股份有限公司；發酵容器為聯府塑膠股份有限公司所生產之 G-706 優鮮密封罐 (圓)，以食品級 PS 材質製成，容量 1500 mL。

**方法：**

### 一、 發酵諾麗果汁製備

新鮮諾麗果實運抵後立即洗淨風乾，靜置數日待所有果實成熟後，統一將果實切為四等分並分作四堆混合，分別置入發酵罐中，加入商用食品脫氧包 (吸氧量 350 mL)，緊閉罐蓋置於設定溫度 (25、35、45、55°C) 之恆溫培養箱中，進行 1、2、3、4 週等不同時間控溫發酵。每個溫度採 3 重複平行試驗，加上第 0 週控制組共 51 個樣品。發酵完成後經離心、過篩後為發酵諾麗果汁樣品。

### 二、 基本性質測試

#### (一) 果汁產率

將過篩後的發酵諾麗果汁稱重，計算所得之果汁量，結果以百分比表示之。

#### (二) 色澤分析

利用色差儀測定諾麗果汁於發酵過程之顏色變化。以 CIE 1976 color space (CIELAB) 作為測色標準，結果以 lightness ( $L^*$ ，明亮度)、 $a^*$  (綠紅軸參數)、 $b^*$  (藍黃軸參數) 表示。

### 三、 功能性化合物分析

#### (一) 總酚類化合物之含量測定 (Total phenolic determination)<sup>(12)</sup>

取 50  $\mu$ L 之諾麗果汁樣品加入 1 mL  $H_2O$  和 500  $\mu$ L Folin-Ciocalteu's phenol reagent，用力搖勻混合後，再加入 2.5 mL 20%  $Na_2CO_3$  均勻混合後，於室溫下靜置 20 分鐘，而後測  $A_{735}$  之吸光值。以 gallic acid 製作標準曲線。

#### (二) 類黃酮之含量測定 (Flavonoid determination)<sup>(13)</sup>

取 250  $\mu$ L 之諾麗果汁樣品加入 10% 硝酸鋁和 1 M 醋酸鉀各 50  $\mu$ L，再加入 1.4 mL 去離子水，混合後於室溫下反應 40 分鐘，而後測  $A_{415}$  之吸光值。以 quercetin 製作標準曲線。

#### (三) 縮合單寧之含量測定 (Condensed tannin determination with vanillin-HCl)<sup>(12)</sup>

取 100  $\mu$ L 之諾麗果汁樣品加入 1 mL，4% vanillin (w/v in MeOH)，避光搖勻，再加入 500  $\mu$ L conc.HCl，混合後於室溫下靜置 20 分鐘，而後測  $A_{500}$  之吸光值。以 (+)-catechin 製作標準曲線。

#### (四) 東莨菪素 (scopoletin) 及芸香素 (rutin) 之含量測定<sup>(14)</sup>

取樣之諾麗果汁以 HPLC 分離。分離條件應用 Synergi 4  $\mu$  Fusion-RP 管柱 (250  $\times$  4.6 mm, phenomenex, USA)，流速為 1 mL/min；移動相之梯度條件為 0-30 min 由 100%  $H_2O$  至 30% acetonitrile，30-40 min acetonitrile 由 30 回復至 100%  $H_2O$ ，維持 100%  $H_2O$  平衡至 50 min 完成一個循環；以 UV 340 nm 進行偵測。以東莨菪素和芸香素標準品製作標準曲線求得。

#### 四、生理活性

##### (一) 總抗氧化能力(Trolox Equivalent Antioxidant Capacity, TEAC)<sup>(15)</sup>

將 peroxidase、ABTS 與 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 混合均勻，使最後濃度分別為 4.4 unit/mL、100 μM、50μM，於室溫下避光反應 1 hr，使其成為穩定的 ABTS•<sup>+</sup> 自由基反應試劑。取 0.25 mL 離心後果汁，加入 2.25 mL ABTS•<sup>+</sup> 自由基反應試劑，混合均勻後避光反應 10 min，以分光光度計測試 A<sub>734</sub> 之吸光值。以 Trolox 為標準品並製作標準曲線，計算因抗氧化物所減少之自由基吸光值可得相對掃除能力。

##### (二) ACE 抑制活性<sup>(16)</sup>

取 45 μL 5 mM HHL 基質溶液 (溶於含 0.4 M 氯化鈉之 0.1 M 硼酸鈉緩衝液，pH 8.3)，加入 5 μL 之離心過濾後果汁，於 37°C 水浴下預熱 5 min，再加入 15 μL 60 mU/mL ACE 溶液 (溶於含 0.4 M 氯化鈉之 0.1 M 硼酸鈉緩衝液，pH 8.3)，於 37 °C 水浴下反應 30 分鐘後，立即加入 65 μL 0.1 % TFA 終止反應。隨後以 13,000 rpm，離心 1 min，取上清液冰入 -18°C 冷凍，確保酵素完全失活。後續以 RP-HPLC 進行測試，注射 20 μL，以 LiChrospher® 100 RP-18e 管柱 (250 × 4 mm, 5μm, Agilent, USA) 分析，流速為 0.7 mL/min，移動相條件為含 0.1% TFA 的 50% 甲醇，以 UV 228 nm 偵測。

#### 五、降膜減壓除味

發酵 1 個月的諾麗果汁稱之為原發酵果汁，首先以降膜濃縮技術在真空度 90 torr 之下，探討不同溫度與循環蒸發次數對果汁風味的影響；在 50-70°C 之下進行 2-10 次循環蒸發，進料的樣品量為 15 L，循環蒸發後均以開水定量至 15 L，定量循環一次的時間為 3 分 30 秒，分別在 50°C 下進行 6 次、8 次、10 次循環，在 60°C 和 70°C 下分別進行 2 次、4 次、6 次循環。

#### 六、揮發性成分測定

##### (一) 固相微萃取 (solid phase microextraction, SPME)

40 mL 諾麗果汁與 14.28g 氯化鈉混合，於 60°C 下攪拌平衡 15 min，使其達飽和狀態，使用貼覆 100 μm 聚二甲基矽氧烷 (polydimethylsiloxane, PDMS) 的注射針 (57300-U, SUPELCO, USA) 於 60°C 下吸附樣品 30 min，移至 GC 注射，脫附 3 min 後再移除樣品針筒。

##### (二) GC 分析

本實驗使用 Stabilwax<sup>®</sup>-DA (30.0m × 0.25mm, 0.25 μm, Restek, USA) 管柱以 GC 法進行揮發性成分分析。總流速為 24.0 mL/min、分流比為 20.0，注射口溫度 220°C、管柱溫柱 40°C、偵測器溫度 250°C。分析條件前 5 min 為 40°C，5~52 min 時以 5°C/min 的速度從 40°C 升溫至 250°C，而在 52 min 後維持 250°C 5min 完成一個循環。以丁酸 (butanoic acid)、己酸 (hexanoic acid)、辛酸 (octanoic acid)、3-甲基-3-丁烯-1-醇 (3-methyl-3-buten-1-ol) 和 2-甲基丁酸 (2-methyl butyric acid) 作為標準品。

## 七、 諾麗果汁之殺菌

### (一) 低溫長時殺菌 (low temperature long time, LTLT)

參照市面廠商之商業營運模式，將果汁半成品裝入容器密封，以 65°C 水浴加熱 1 天，隔日移至室溫靜置後，再以 65°C 水浴加熱 1 天，總計共加熱 2 天。以確保能完全消除產孢菌與其他病原菌。

### (二) 高溫短時殺菌 (high temperature short time, HTST)

本實驗使用板式熱交換器 (MC43-, YOKOGAWA, Japan) 做為高溫短時殺菌裝置，先以熱水浴預實驗以設定符合需求的殺菌溫度，再以水量測流速與樣品滯留時間，最後設定殺菌條件為 95°C, 13 sec。操作時全程監控出口與入口溫度，樣品不經循環直接流出收集，只取中段流出液確保產品質與殺菌條件穩定。

### (三) 膜過濾除菌 (ultra filtration, UF)

將膜過濾裝置 (Sterifil holder 47 mm, Milipore, USA) 之出口以鋁箔紙密封後，送入滅菌釜 121°C, 15min 殺菌，移至無菌操作台，使用含有過濾去菌裝置之真空幫浦抽氣，使果汁通過預殺菌之 0.45 μm 濾膜 (GN-6 Metrical® Grif 47 mm, PALL, USA)，達到分離除菌之目標。

## 八、 統計分析

實驗數據以平均值 ± 標準偏差 (mean ± standard deviation) 表示，並採用 Statistical Analysis System (SAS) 8.0 版之統計軟體進行變異數分析 (analysis of variance, ANOVA)、Duncan's multiple range test 等統計分析，比較結果是否有顯著差異性， $p < 0.05$  即視為具顯著差異。

## 結果與討論

### 一、控溫發酵

#### (一) 基本性質

##### (a) 產率

諾麗果汁發酵期間產率變化如圖一所示。大約在發酵一週後，外觀上可明顯觀察到果汁自果泥滲出，果泥在底部沉積，汁液於頂部聚集形成小水灘。發酵首週各組的果汁產率均有提升，產率從未發酵時的 33.17% 提升至 40% 左右。35°C 的組別在發酵首週便達到 42.38% 的產率，25°C 的組別需至第二週才能達到相同水準的產率。整體來說，25 和 35°C 的組別隨發酵時間的增加，果汁產率逐漸提升，而在第二週後達到穩定，之後的發酵雖然有些微增加產率，但在統計學上沒有顯著差異；略微提升溫度可促進果膠酵素的作用，使 35°C 的組別提早達到穩定的產率階段。

然而溫度過高可能對果膠酵素造成傷害而抑制活性，或使水分蒸散加劇，因而降低產率。45 和 55°C 的組別普遍呈現產率不佳的情形，雖然產率仍較未發酵時提升許多，但始終低於 25 和 35°C 的組別。而在發酵完成開罐離心時，也可發現高溫發酵組別的果泥呈現乾澀，仍有部份果肉維持塊狀，顯示果膠酵素的作用可能不佳。雖然在先前的溫度因子測試時，諾麗果 PME

短時間於 60°C 下維持穩定，但可能長期高溫仍不利於酵素的活性。

## (b) 色澤

未經發酵的諾麗果汁呈現金黃色而近似於茶飲的色澤，隨著發酵的進行，褐變反應使色澤加深，其亮度變化如圖二所示。L\* 值為亮度表現，值越高表示色澤越淡。隨著發酵時間的增加，諾麗果汁的色澤也越趨深色，越高溫的組別，其褐變現象更為激烈，而使亮度減低加劇。45 和 55°C 的高溫發酵組別，其 L\* 值表現相當而沒有顯著差別；直至第四週時，55°C 組因強烈反應造成褐變產物聚集，產生大量的深色懸浮，而在離心過程中被去除，因此 L\* 值測試結果略為提高，但在視覺外觀上兩組並沒有明顯差異。

經過一週的發酵，諾麗果汁的色澤從原本的金黃色轉變為紅褐色，其色澤變化如表一所示。a\* 值越大表示越偏紅色，室溫發酵 (25°C) 的組別，紅色素生成量較少，因此第一週的 a\* 值明顯較他組少，隨著溫度提升，色素生成量也隨之增加；第二週後，除室溫發酵組外，各組的 a\* 值均達到穩定階段而沒有繼續增加。b\* 值越大表示越偏黃色，發酵首週所有組別的 b\* 值都有提升的情形，然而隨著發酵的進行，b\* 值逐漸減少，尤其是高溫發酵的組別 (45 和 55°C) 更為明顯，在第二週後的 b\* 更減損至低於發酵前的數值 ( $b^* < 41$ )。類黃酮是種普遍存在於植物蔬果中的黃色素<sup>(17)</sup>，諾麗果汁的 b\* 值與類黃酮含量具相同趨勢的表現。

## (二) 功能性成份

### (a) 總酚

諾麗果經首週發酵後，果膠酵素作用使功能成分自植物組織中釋放出來，各組的總酚含量都有明顯提高的情形 (圖三)，從未發酵時的 1.39 mg/mL gallic acid equivalent 增加至 1.64 mg/mL gallic acid equivalent 的平均水準。第二週發酵，各組總酚含量略有變化，但沒有顯著差異；第三、四週後低溫發酵的組別 (25、35°C) 總酚含量呈現下降的趨勢，但高溫發酵的組別 (45、55°C) 總酚含量則繼續提升，55°C 於第四週發酵時，總酚含量達 1.81 mg/mL gallic acid equivalent，較未發酵前提高了 30%。

造成此差異的原因，可能是本次發酵的過程中，諾麗果於容器只佔有 1/2 的體積，雖然上部空間已加入脫氧包，但可能脫氧包效率不彰或容器密合度不足，造成低溫發酵的組別於後期有氧化現象產生，使部分酚類物質降解或聚集形成其他物質，使總酚含量略為下降。亦有其他文獻記載，於室溫發酵諾麗果汁時測得類似總酚含量變化<sup>(14, 18, 19)</sup>。此結果證明短時間發酵對果汁中酚類物質沒有明顯的影響，然而長時間發酵則可能造成酚類含量些微下降。

高溫發酵時，可能水分蒸發使體積減少，除了造成產率下降外，也產生了些許濃縮作用。單位體積的果汁濃度提高，間接增加總酚的測得量，此可能是高溫組別在發酵後期總酚表現較佳的原因。

### (b) 類黃酮

隨著發酵的進行，諾麗果汁中的類黃酮含量逐漸減少 (圖四)。從未發酵前的 75.27 mg/mL quercetin equivalent 開始降低，室溫發酵組 (25°C) 類黃酮

減損的情形較為輕微，前三週尚維持在 60 mg/mL quercetin equivalent 左右，直至第四週才減損至 53.59 mg/mL quercetin equivalent。有其他文獻記載，於室溫發酵諾麗果汁時也觀察到相似類黃酮變化<sup>(14, 18, 19)</sup>。其餘三組控溫組 (35、45、55°C) 在第二週便已降至 53 mg/mL quercetin equivalent 左右，經過四週的發酵後僅存約 40 mg/mL quercetin equivalent，顯示諾麗果中的類黃酮化合物極易受到環境因子影響而於發酵過程中逐漸減少，尤其是高溫的環境更容易使其劣解。類黃酮減少的情形亦反映諾麗果汁顏色的表現，與前述色澤分析實驗對照，其 b\* 值表現與類黃酮含量具相同趨勢，兩者隨發酵時間逐漸減少，且高溫組更有明顯的降低表現。

(c) 縮合單寧

諾麗果經發酵後，縮合單寧含量與未發酵之控制組相比，各溫度組別均有顯著的增加，但不同溫度與發酵時間對其含量的影響，則呈現較無趨勢的狀態；而在第一週後，縮合單寧表現趨於平穩而無顯著變化，實驗結果如圖五。

(d) 東莨菪素 (scopoletin)

東莨菪素測定結果如圖六所示。相較於其他組別，東莨菪素在室溫發酵組 (25°C) 有略為下降的情形，整體而言於發酵過程中沒有顯著的變化。其他文獻在諾麗果發酵實驗中也發現相同的現象<sup>(14, 18, 19, 20)</sup>，短期發酵對果汁中東莨菪素含量不會有明顯影響，然而長期發酵則會有略為下降的趨勢。Yang 等人推測其下降的原因可能是東莨菪素受到酸性環境的作用而逐漸水解<sup>(1)</sup>；於本次實驗中，室溫發酵組 (25°C) 之 pH 值有較其他組別略低的情形，或許這是影響東莨菪素含量的因素之一。

(e) 芸香素 (rutin)

接著芸香素進行測試，其結果如圖七所示。在未發酵前仍具有高含量的芸香素而達 112.84 µg/mL，隨著發酵的進行而逐漸損失其含量，在發酵第一週時降至約 86 µg/mL 的含量，此時各發酵組別間沒有顯著差異，直至第二週時控溫組 (35、45、55°C) 開始有較為顯著的芸香素減損，越高溫的組別減損越劇。整體來說，室溫組在為期四週的發酵過程中，其芸香素含量沒有大幅度的變化，然而高溫對芸香素的穩定度影響甚鉅，在經過一個月的 55°C 發酵後，芸香素含量僅剩 54.66 µg/mL，為發酵前含量的 1/2。芸香素是由槲皮酮與芸香二糖 (disaccharide rutinose) 所組成的類黃酮配醣體<sup>(21)</sup>，在發酵的過程中可能受到光、熱、氧的破壞而水解。

(三) 生理活性

(a) 總抗氧化能力 (TEAC)

以 TEAC 法評估諾麗果的抗氧化性，其表現趨勢與 DPPH 法相當，實驗結果如圖八所示，抗氧化活性以 µg Trolox equivalent/mL 表示。經過一週的發酵後，各組 ABTS<sup>•+</sup> 自由基掃除能力有增加的情形。25 和 35°C 的低溫發酵組，Trolox 當量表現類似的趨勢，於整體發酵過程中呈平穩而略為上揚的趨勢。45 和 55°C 的高溫發酵組，其 Trolox 當量則有大幅增長的情形，且隨著

發酵溫度的提升有更好的表現。55°C 的發酵組經四週的發酵後，其抗氧化活性從 1164.11  $\mu\text{g Trolox equivalent/mL}$  提升至 1938.32  $\mu\text{g Trolox equivalent/mL}$ ，較控制組約提昇了 60.06%。

一般認為食物中的天然抗氧化物會普遍於加工過程中流失，使食品的生理活性與營養價值降低<sup>(22)</sup>；而造成這種現象，主要是由於維生素 C 等熱敏感營養物質於加工過程中減損所產生的<sup>(23)</sup>。然而近年有多篇研究發現，植物經熱處理加工後，其生理活性有不降反升的情形<sup>(24, 25, 26, 27, 28)</sup>，與一般大眾認知相違背，經歸納可能的原因有以下幾點。

在植物食品中，酚類化合物是提供抗氧化活性的主要來源<sup>(27)</sup>。高溫處理可使植物細胞壁瓦解，而更容易釋放出酚類物質，因而提高游離酚含量<sup>(23)</sup>。高溫處理雖然會破壞維生素 C 等熱敏感抗氧化物，造成部份抗氧化活性降低，但若該食品中主要提供抗氧化活性的物質並非熱敏感的維生素 C，而是對熱穩定的酚類物質，那麼熱加工對抗氧化活性造成的破壞便不是那麼顯著。本實驗發酵諾麗果汁的 TEAC 總抗氧化能力與總酚含量相關係數為  $R^2 = 0.64$ ，表示酚類物質對發酵諾麗果汁的抗氧化活性具重要貢獻，而維生素 C 對其貢獻可能有限，因此高溫不會削弱諾麗發酵果汁的抗氧化活性。

每種酵素都有其最適的作用溫度，當發酵溫度提高時，會促進果膠酵素的活性，然而亦可能會抑制其他酵素的作用。目前已有相關文獻的研究，熱處理可使內源性氧化酶失活，防止酵素性氧化造成的抗氧化活性損失<sup>(23, 28)</sup>。蔬果殺菁便是一個典型的例子，藉由短時間的加熱以使植物內的氧化酶失活，進而達到提升品質的效果。雖然控溫發酵的溫度並沒有達到蔬果殺菁的高溫，而無法完全使氧化酶失活，但仍有可能會使氧化酶受到抑制，而減緩其抗氧化活性在發酵過程中的減損。

在發酵過程中，除了果膠酶作用、氧化反應、組織分解外，尚有許多化學變化發生，提高發酵溫度可能會產生非酵素性褐變產物，而促進抗氧化活性。Manzocco 等人指出梅納反應產物具有活性氧掃除的能力，而能提高食品的抗氧化活性<sup>(29)</sup>。諾麗果高溫發酵的組別在亮度表現上有明顯的變化，顯示高溫發酵的組別其褐變反應劇烈，有可能產生其他抗氧化物質而提高其活性表現。

綜合上述觀點，高溫發酵不會破壞諾麗果中主要的抗氧化物質，反而可減少其損失的機會，甚至產生出新的抗氧化物質，而提升整體抗氧化效果。

#### (b) ACE 抑制活性

接著觀測諾麗果在發酵過程中 ACE 抑制活性的變化，其結果如圖九所示。低溫發酵的諾麗果 (25、35°C) 於整體發酵過程中沒有顯著變化，王<sup>(14)</sup>與楊<sup>(18)</sup>在室溫環境發酵諾麗果，也呈現同樣的情形。然而提升發酵溫度，長期而言可能會對諾麗果汁的 ACE 抑制活性造成破壞。在發酵第一週時，各組稀釋 50 倍的果汁尚有 73% 的 ACE 抑制率；到第二週時，55°C 組的 ACE 抑制率就有明顯的降低，而僅剩 27.12%；到第三週時，45°C 組的 ACE 抑制率緩慢降低至 53.65%；至第四週時，45°C 組的 ACE 抑制率繼續表現降低的趨勢，55°C 組幾乎失去 ACE 抑制活性，而只剩下 12.40% 的抑制活性。長期高

溫的環境會對諾麗果汁降血壓效果造成影響，顯示諾麗果的降血壓功能成份是對熱敏感的物质。

諾麗果中的類黃酮與縮合單寧化合物，如：牡荊素 (vitexin)、異牡荊素 (isovitexin)、兒茶素 (catechin)、表兒茶素 (epicatechin)、異槲皮酮 (isoquercitrin) 等，被證實具有很好的降血壓功效<sup>(1)</sup>，這些化學成分可能是提供諾麗果降血壓效果的來源。然而類黃酮化合物對熱的耐受性較差，故諾麗果經長期高溫發酵後，可能會因黃酮類物質受損而降低果汁之降血壓功能。

## 二、降膜減壓除味

### (一) 發酵諾麗果汁降膜處理前後官能品評結果

降膜處理後之各組果汁經 9 位品評員以品聞的方式進行初步篩選，結果指出 60°C 循環 6 次、70°C 循環 2 次、70°C 循環 4 次、70°C 循環 6 次所得果汁接受度較高，因此進一步調整原發酵果汁與上述四個樣品的糖酸比至 12，再進行 63 人的品聞與品嚐試驗，表二為發酵諾麗果汁降膜濃縮處理前後官能品評結果；臭味、刺鼻味、異味、刺激感等不良風味其分數愈高愈差，至於整體接受度評分愈高愈好，其結果顯示所有處理條件，其品聞或品嚐的整體接受度均顯著高於原發酵果汁 ( $p < 0.05$ )，其中以 70°C 循環 6 次的品聞和品嚐接受度均有較佳的趨勢，其次依序為 70°C 循環 4 次、70°C 循環 2 次與 60°C 循環 6 次。然而 70°C 循環 6 次跟 4 次之間，並沒有顯著差異 ( $p > 0.05$ )。

### (二) 發酵諾麗果汁降膜處理前後上部氣體成分

根據 GC 分析果汁異味的指標成分 DL-2-甲基丁酸的結果也指出(表三)，70°C 循環 6 次、4 次、2 次與 60°C 循環 6 次其 DL-2-甲基丁酸含量均顯著低於原發酵果汁，其積分面積從 4880555 單位下降至 1274764~312764 單位，其中仍以 70°C 循環 6 次下降最多 (降低了 6.40%)，其次為 70°C 循環 4 次及 2 次 (分別降低 8.15% 和 23.60%)。查閱相關呈味成份沸點資料，結果發現其沸點均大於水之沸點，故即使經過降膜減壓處理，仍無法完全去除果汁中不良風味。

### (三) 發酵諾麗果汁降膜處理功能性成份與生理活性之比較

表四為探討降膜濃縮處理前後對果汁抗氧化成份、生理活性成份與抗氧化性的影響；在抗氧化成份方面，降膜濃縮處理前後縮合單寧含量無顯著差異 ( $p > 0.05$ )。類黃酮含量除 70°C 循環 6 次的果汁顯著下降 ( $p < 0.05$ )，其於降膜處理對其含量則無顯著影響。至於總酚含量，70°C 循環 2 次和 4 次所得果汁均顯著增加，然而 60°C 和 70°C 循環 6 次的果汁確顯著減少，以後者減少最多從原發酵果汁的 2.66 mg/mL 減少到 2.49 mg/mL。在生理活性成份方面，不論是哪種處理條件其芸香素含量均顯著低於原發酵果汁 ( $p > 0.05$ )，其中以 70°C 循環 6 次的芸香素含量下降最多，從原發酵果汁的 83.26  $\mu\text{g/ml}$  減少至 55.28  $\mu\text{g/ml}$ ，其次為 70°C 循環 4 次減少至 61.96  $\mu\text{g/ml}$ 。至於另一個生理活性成份東莨菪素，除了 70°C 循環 6 次會使其顯著的從原發酵果汁的 49.97  $\mu\text{g/ml}$  減少至 43.45  $\mu\text{g/ml}$ ，其餘降膜濃縮處理則不會造成其含量的降低。在抗氧化活性方面，以 ABTS $\cdot^+$  自由基清除力和 DPPH 自由基清除能力來進行評估，結果顯示降膜濃縮條件不會造成 ABTS $\cdot^+$  自由基清除力的下降，反而均略有提升的效果。然而 60°C

循環 6 次和 70°C 循環 6 次均會使得其 DPPH 自由基清除能力，從原發酵果汁的 40.14%，分別下降至 38.78% 和 37.04%，相反的 70°C 循環 2 次和 70°C 循環 4 次卻分別提升至 48.08% 和 43.38%。

在 90 torr 及 50~70°C 下進行多次循環蒸發，可有效降低臭味成分（丁酸和 2-甲基丁酸）及提高產品的品聞及品嚐整體接受性，70°C/4 循環為最適條件，產品機能性之優劣：70°C/2 循環 > 70°C/4 循環 > 70°C/6 循環。

### 三、適當的殺菌條件

#### (一) 功能性成分變化

諾麗果經不同的殺菌處理後，功能性成分變化如圖十、十一所示。板式熱交換 (HTST) 與膜過濾 (UF) 並不會對總酚與類黃酮化合物含量造成影響，然而持續加熱 48 小時的水浴殺菌 (LTLT) 卻會對其造成影響，使總酚與縮合單寧含量些許提升。至於東莨菪素與芸香素，則未受殺菌方式所影響，整體呈現相似的表現。此處殺菌實驗測得的東莨菪素含量高達 115  $\mu\text{g}/\text{mL}$  以上，與控溫發酵時的樣品差異甚大，可能是不同季節或不同批次的樣品差異所致，不同季節的生長環境是否對東莨菪素含量有所影響，尚待進一步探討。

#### (二) 生理活性變化

不同殺菌處理對諾麗發酵果汁的生理活性影響，結果如圖十二所示。板式熱交換 (HTST) 與膜過濾 (UF) 處理會略為降低諾麗果汁的 DPPH 自由基清除能力和 ACE 抑制活性，對 TEAC 總抗氧化能力則沒有影響。而熱水浴殺菌 (LTLT)，可能由於其長時間升溫殺菌的緣故，會同時提升 DPPH 自由基清除能力和 TEAC 總抗氧化能力等抗氧化活性。殺菌實驗所得的生理活性變化趨勢與功能性成分含量多寡，和前述之控溫發酵結果相呼應，長時間的高溫處理會使諾麗果汁產生褐變反應使亮度降低，而該褐變產物可能具有抗氧化活性而能提高產品的抗氧化功能；與控溫發酵時的加熱時間相比，熱水浴殺菌法 (LTLT) 相對較短的加熱時間並不會對熱敏感的類黃酮化合物造成影響，因此對 ACE 抑制活性亦影響不大。

## 結論

整體而言，控溫發酵之實驗結果可粗分為低溫發酵組 (25 和 35°C) 和高溫發酵組 (45 和 55°C) 兩種趨勢。在接近室溫的低溫發酵組中，適當的提高發酵溫度，可提升果膠酵素活性，促進初期產率提升、縮短發酵時間。較高溫組少的褐變反應雖使抗氧化表現較差，但產品呈色較佳。而易受溫度影響的類黃酮類與降血壓功能性成分受破壞的程度較低，為低溫發酵組的優勢。而相對高溫的發酵組，雖然會顯著的增加總酚含量，並促進抗氧化活性提升，但卻會大幅的減少熱敏感的類黃酮和 ACE 抑制活性，且長期高溫環境會對諾麗果產生類似熬煮的效果，使其色澤和風味發生較大的改變。高溫組產率較差且色深，可能較不適用於飲品用途，但可作為其他型態的產品，如以熱風乾燥製成粉末或膠囊錠劑。因產品的熱敏感成分已於發酵過程中損失，而在乾燥時便不需考量到這些成分而可採取較低成本的模式，最終可製成具良好抗氧化活性的營養補給品。

綜合降膜減壓除味實驗結果指出，70°C 循環 6 次的果汁其官能品評總體接受度最

高，也從其異味指標成份相對含量最低得到驗證，可是其生理活性成份芸香素和東莨菪素含量均分別顯著減少 33 % 和 13 %，其 DPPH 自由基清除能力減少 7.7 %，反觀 70°C 循環 4 次的果汁，不但官能品評總體接受度與 70°C 循環 6 次者沒有顯著差異，其生理活性成份東莨菪素含量反而略有提升，而其芸香素含量下降 26 % 其幅度也較小，與 70°C 循環 6 次比較亦可節省 2 次循環蒸發所需時間與能源，因此建議在真空度 90 torr 之下降膜濃縮條件以 70°C 循環 4 次為佳。

諾麗果汁為酸性果汁，未經殺菌處理時之菌數便符合衛生安全法規，但為確保飲用安全，本實驗採取三種不同殺菌殺菌條件進行測試。結果顯示，經殺菌後其殘存菌數(CFU/plate)均低於個位數，飲用安全無虞。相較於熱水浴法 (LTLT)，以板式熱交換高溫短時加熱 (HTST) 或膜過濾 (UF) 處理，較不會對諾麗果汁產生影響，無論是色澤、功能性成分或生理活性都沒有明顯改變。此二種殺菌法為對產品品質影響較小的處理方式。由於膜過濾法的處理效率較差，流量小且膜易堵塞，濾膜更換的耗材支出也很可觀，故建議使用產量大且效率高的板式熱交換殺菌法應用於工業生產上。

## 參考文獻

1. Yang, S. C., Chen, T. I., Li, K. Y., & Tsai, T. C. (2007). Change in phenolic compound content, reductive capacity and ACE inhibitory activity in noni juice during traditional fermentation. *J. Food Drug Anal.*, 15, 290-298.
2. Levand, O. & Larson, H. O. (1979) Some chemical constituents of *Morinda citrifolia*. *Planta Medica* 36: 186-187.
3. Pawlus, A. D. & Kinghorn, D. (2007). Review of the ethnobotany, chemistry, biological activity and safety of the botanical dietary supplement *Morinda citrifolia* (noni). *J. Pharm. Pharmacol.*, 59, 1587-1609.
4. Wang M. Y., West B. J., Jensen C. J., Nowicki D., Su C., Palu A. K., & Anderson, G. (2002). *Morinda citrifolia* (noni): a literature review and recent advances in noni research. *Acta. Pharmacol. Sin.*, 23(12), 1127-1141.
5. Potterat, O. & Hamburger, M. (2007). *Morinda citrifolia* (noni) fruit —phytochemistry, pharmacology, safety. *Planta. Med.*, 73, 191-199.
6. Dixon A.R., McMillan H, & Etkin N.L. (1999). Ferment this: the transformation of Noni, a traditional Polynesian medicine (*Morinda citrifolia*, Rubiaceae). *Econ. Bot.*, 53, 51-68.
7. Deng, S., West, B. J., Jensen, C. J., Basar, S., & Westendorf, J. (2009). Development and validation of an RP-HPLC method for the analysis of anthraquinones in noni fruits and leaves. *Food Chem.*, 116, 505-508.
8. Bui, A. K. T., Bacic, A., & Pettolino, F. (2006). Polysaccharide composition of the fruit juice of *Morinda citrifolia* (noni). *Phytochemistry*, 67, 1271-1275.
9. Wu, M. C., Jiang, C. M., Huang, P. H., Wu, M. Y. & Wang, Y. T. (2007). Separation and utilization of pectin lyase from commercial pectic enzyme via highly methoxylated cross-linked alcohol insoluble solid chromatography for wine methanol reduction. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 1557-1562.
10. Chan-Blanco, Y., Vaillant, F., Perez, A. M., Reynes, M., Brillouet, J. M., & Brat, P. (2006). The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *J. Food Compost. Anal.*, 19, 645-654.
11. Farine, J. R., Legal, L., Moreteau, B., & Le Quere, J. L. (1996). Volatile components of ripe fruits of *Morinda citrifolia* and their effects on *Drosophila*. *Phytochem.*, 41(2), 433-438.
12. Julkunen-Titto, R (1985) Phenolic constituents in the leaves of Northern willows : Methods for the analysis of certain phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 33: 213-217.
13. Wang, C. K., Lee, W. H. & Peng, C. H. (1997). Contents of phenolics and alkaloids in *Areca catechu* Linn. during maturation. *J. Agric. Food Chem.* 45, 1185-1188.
14. 王美燕 (2008)。部份發酵諾麗果汁之製備及其儲藏性探討。東海大學 食品科學系 碩士論文。
15. Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V. & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin. Sci.* 84, 407-412.

16. Cushman, D. W. & Cheung, H. S. (1971). Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.* 20, 1637-1648.
17. Tripoli, E., Guardia, M. L., Giammanco, S., Majo, D. D., & Giammanco, M. (2007). Citrus Flavonoids: Molecular Structure, Biological Activity and Nutritional Properties: A Review. *Food Chem.*, 104, 466-479.
18. 楊淑娟 (2005)。Noni 果汁抗氧化性、ACE 抑制活性和其純化物質 Scopoletin 及衍生物之化學結構鑑定。東海大學 食品科學系 碩士論文。
19. 羅宇展 (2008)。檫樹 (諾麗) 果實自然發酵過程中果汁與乾燥果肉所含酚類化合物之變化。台灣大學 園藝學研究所 碩士論文。
20. Chan-Blanco, Y. C., Vaillant F., Pérez A., Belleville, M. P., Zúûiga, C., & Brat, P. (2007). The ripening and aging of noni fruits (*Morinda citrifolia* L.) microbiological flora and antioxidant compounds. *J. Sci. Food Agric.*, 87, 1710-1716.
21. Blanco, Y. C., Vaillant, F., Pérez, A.M., & Belleville, M.P. (2007). The ripening and aging of noni fruits (*Morinda citrifolia* L.): microbiological flora and antioxidant compounds. *J. Sci. Food Arric.*, 87, 1710-1716.
22. Kuszniereicz B., Smiechowska A., Bartoszek A., Wolska L., & NamieSnik J. (2008). The effect of heating and fermenting on antioxidant properties of white cabbage. *Food Chem.*, 108, 853-861.
23. Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 3010-3014.
24. Choi, Y., Lee, S. M., Chun, J., Lee, H. B., & Lee, J. (2006). Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.*, 99, 381-387.
25. Lin, C. C., Hung, P. F., & Ho, S. C. (2008). Heat treatment enhances the NO-suppressing and peroxynitrite-intercepting activities of kumquat (*Fortunella margarita* Swingle) peel. *Food Chem.*, 109, 95-103.
26. Kim, W. Y., Kim, J. M., Han, S. B., Lee, S. K., Kim, N. D., & Park, M. K., (2000). Steaming of ginseng at high temperature enhances biological activity. *J. Nat. Prod.*, 63, 1702-1704.
27. Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B. P. (1998). Antioxidant activity and total polyphenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4113-4117.
28. Nicoli, M. C., Anese, M., Parpinel, M. T., & Franceschi, S. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruits and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, 10, 94-100.
29. Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M. C., & Lericci, C. R. (2001). Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends Food Sci. Technol.*, 11, 340-346.

表一、不同發酵時間的諾麗果汁之色彩參數

| Fermentation<br>time<br>(weeks) | a* value                   |                             |                             |                             | b* value                  |                           |                            |                            |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                 | 25°C                       | 35°C                        | 45°C                        | 55°C                        | 25°C                      | 35°C                      | 45°C                       | 55°C                       |
| 0                               | -0.16 ± 0.17 <sup>h</sup>  |                             |                             |                             | 41.11 ± 0.70 <sup>d</sup> |                           |                            |                            |
| 1                               | 21.32 ± 0.65 <sup>g</sup>  | 28.33 ± 0.11 <sup>ef</sup>  | 31.67 ± 3.50 <sup>cd</sup>  | 34.70 ± 1.14 <sup>ab</sup>  | 67.84 ± 4.78 <sup>a</sup> | 71.96 ± 2.22 <sup>a</sup> | 51.34 ± 11.59 <sup>c</sup> | 54.05 ± 1.93 <sup>bc</sup> |
| 2                               | 27.22 ± 2.21 <sup>f</sup>  | 34.13 ± 0.44 <sup>abc</sup> | 33.91 ± 0.52 <sup>abc</sup> | 35.49 ± 0.16 <sup>a</sup>   | 68.31 ± 5.58 <sup>a</sup> | 59.58 ± 1.89 <sup>b</sup> | 39.09 ± 1.11 <sup>de</sup> | 40.98 ± 0.46 <sup>d</sup>  |
| 3                               | 28.04 ± 0.42 <sup>f</sup>  | 32.88 ± 1.06 <sup>bc</sup>  | 32.11 ± 0.45 <sup>cd</sup>  | 33.98 ± 0.72 <sup>abc</sup> | 68.34 ± 3.88 <sup>a</sup> | 48.67 ± 0.50 <sup>c</sup> | 28.16 ± 1.93 <sup>fg</sup> | 29.67 ± 2.34 <sup>ef</sup> |
| 4                               | 31.99 ± 0.69 <sup>cd</sup> | 33.28 ± 1.53 <sup>abc</sup> | 30.29 ± 2.11 <sup>de</sup>  | 35.46 ± 0.84 <sup>a</sup>   | 59.25 ± 2.64 <sup>b</sup> | 41.24 ± 2.37 <sup>d</sup> | 22.30 ± 2.36 <sup>g</sup>  | 31.22 ± 2.31 <sup>f</sup>  |

Each value is the mean ± standard deviation ( $n = 3$ ).

<sup>a-h</sup> Mean in the same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ).

表二、發酵諾麗果汁降膜濃縮處理前後官能品評結果<sup>1</sup>

|                | 品 聞 <sup>1</sup>            |                            |                            | 品 嚐 <sup>1</sup>           |                             |                             |
|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                | 臭味                          | 刺鼻味                        | 整體接受度                      | 異味                         | 刺激感                         | 整體接受度                       |
| Control        | 7.317 ± 1.683 <sup>a</sup>  | 6.968 ± 2.148 <sup>a</sup> | 3.079 ± 2.561 <sup>a</sup> | 7.194 ± 2.149 <sup>a</sup> | 6.532 ± 2.527 <sup>a</sup>  | 2.871 ± 2.506 <sup>a</sup>  |
| 60°C / 6 cycle | 5.431 ± 1.561 <sup>b</sup>  | 5.123 ± 1.824 <sup>b</sup> | 4.508 ± 1.641 <sup>b</sup> | 5.723 ± 1.586 <sup>b</sup> | 5.554 ± 1.820 <sup>b</sup>  | 4.094 ± 1.678 <sup>b</sup>  |
| 70°C / 2 cycle | 5.338 ± 2.071 <sup>b</sup>  | 5.277 ± 2.080 <sup>b</sup> | 4.662 ± 2.109 <sup>c</sup> | 5.708 ± 1.942 <sup>b</sup> | 5.600 ± 2.256 <sup>bc</sup> | 4.188 ± 2.232 <sup>bc</sup> |
| 70°C / 4 cycle | 4.708 ± 1.800 <sup>cd</sup> | 4.338 ± 1.986 <sup>c</sup> | 5.123 ± 1.875 <sup>c</sup> | 5.092 ± 1.792 <sup>c</sup> | 4.923 ± 2.109 <sup>cd</sup> | 4.625 ± 1.686 <sup>c</sup>  |
| 70°C / 6 cycle | 5.015 ± 2.019 <sup>bd</sup> | 4.200 ± 2.195 <sup>c</sup> | 5.138 ± 2.311 <sup>c</sup> | 4.938 ± 1.638 <sup>c</sup> | 4.523 ± 1.905 <sup>d</sup>  | 4.813 ± 2.069 <sup>c</sup>  |

<sup>1</sup> 在同一欄位之平均得分，若標示不同符號時表示顯著差異 (樣品數= 63,  $p < 0.05$ )

表三、發酵諾麗果汁降膜濃縮處理前後上部氣體成份所佔面積

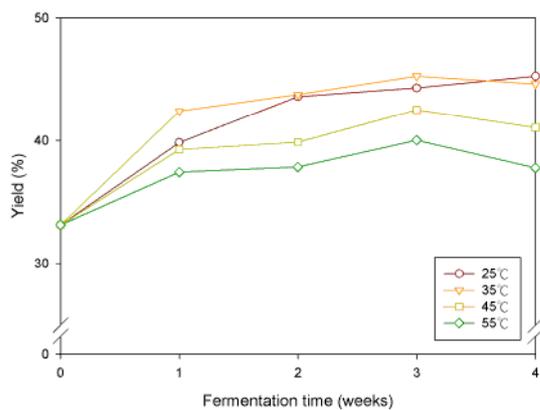
| Area                     | Peak no. | Treatment |               |               |               |               | Boiling point<br>(°C) |
|--------------------------|----------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
|                          |          | Control   | 60°C/ 6 cycle | 70°C/ 2 cycle | 70°C/ 4 cycle | 70°C/ 6 cycle |                       |
| unknow 1                 | 1        | 2495530   | 177027        | 166410        | 107807        | 133383        |                       |
| 3-methyl-3-buten-1-ol    | 2        | 3318569   | 72512         | 76524         | 11299         | 23519         | 132                   |
| unknow 2                 | 3        | 2176626   | 28492         | 24471         | 97515         | 81718         |                       |
| unknow 3                 | 4        | 1047415   | 309321        | 274003        | 121039        | 128556        |                       |
| Butanoic acid            | 5        | 1620889   | 723232        | 765312        | 469779        | 433266        | 162 - 164             |
| DL-2-methyl-butyric acid | 6        | 4880555   | 1274764       | 1151878       | 397858        | 312764        | 176                   |
| Hexanoic acid            | 7        | 117915570 | 35947791      | 34576139      | 10464744      | 9445121       | 202- 203              |
| Octanoic acid            | 8        | 75465940  | 46438448      | 52100636      | 18899989      | 22637715      | 236- 238              |

表四、發酵諾麗果汁降膜濃縮處理前後抗氧化成分、生理活性成份及其抗氧化力之比較

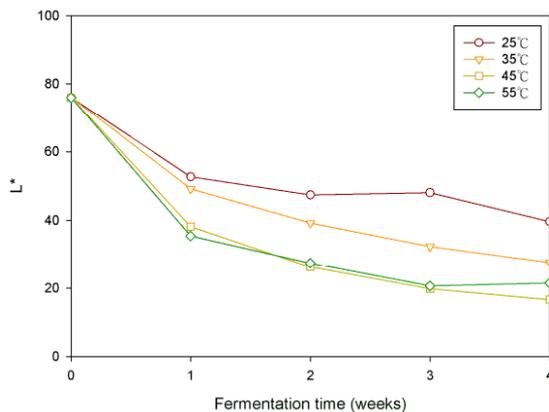
|   | Control            | 60°C/ 6 cycle      | 70°C/ 2 cycle      | 70°C/ 4 cycle      | 70°C/ 6 cycle      |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Total phenol (mg/mL)                                    | 2.66 <sup>c</sup>  | 2.61 <sup>d</sup>  | 2.93 <sup>a</sup>  | 2.70 <sup>b</sup>  | 2.49 <sup>e</sup>  |
| Condensed tannins (mg/mL)                               | 0.19 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>  | 0.18 <sup>a</sup>  | 0.17 <sup>a</sup>  | 0.15 <sup>a</sup>  |
| Flavonoids (mg/ mL)                                     | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.03 <sup>a</sup>  | 0.02 <sup>b</sup>  |
| Rutin (µg/ mL)  | 83.26 <sup>a</sup> | 63.54 <sup>c</sup> | 72.40 <sup>b</sup> | 61.96 <sup>c</sup> | 55.28 <sup>d</sup> |
| Scopoletin (µg/ mL)                                     | 49.97 <sup>b</sup> | 49.28 <sup>a</sup> | 58.64 <sup>b</sup> | 50.07 <sup>b</sup> | 43.45 <sup>c</sup> |
| ABTS• <sup>+</sup> scavenging activity (%) <sup>1</sup> | 29.00 <sup>d</sup> | 31.00 <sup>c</sup> | 37.00 <sup>a</sup> | 33.00 <sup>b</sup> | 31.00 <sup>c</sup> |
| DPPH free radical scavenging activity (%) <sup>2</sup>  | 40.14 <sup>c</sup> | 38.78 <sup>d</sup> | 48.08 <sup>a</sup> | 43.38 <sup>b</sup> | 37.04 <sup>e</sup> |

<sup>1</sup>Sample was diluted 40X. TEAC = Trolox equivalent antioxidant capacity.

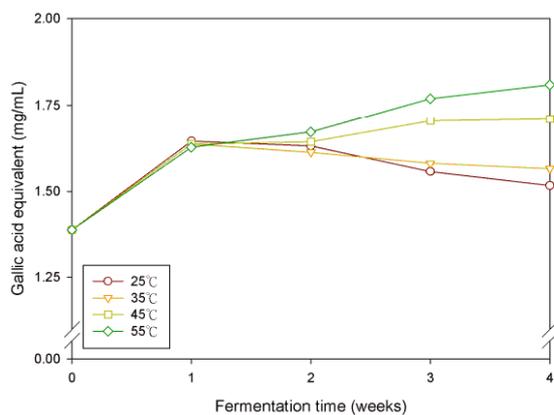
<sup>2</sup>Sample was diluted 50X.



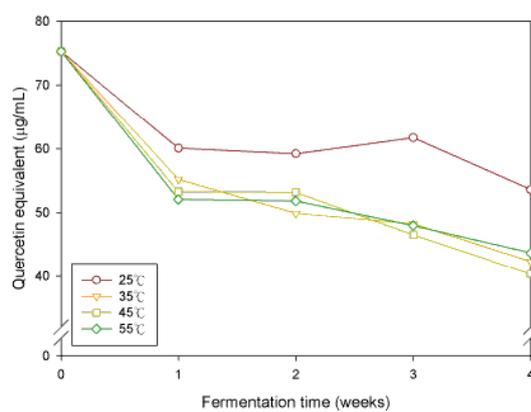
圖一、諾麗果汁於發酵期間的總產率變化



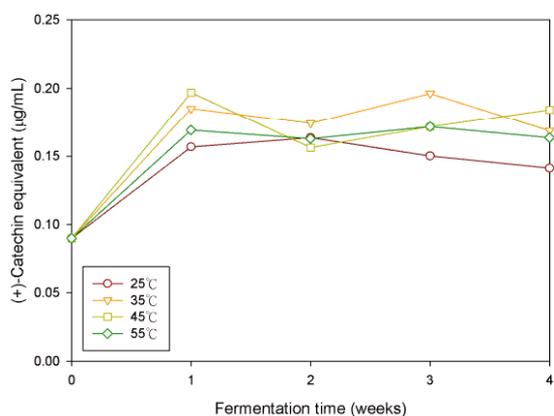
圖二、諾麗果汁於發酵期間的亮度 (L\*值) 變化



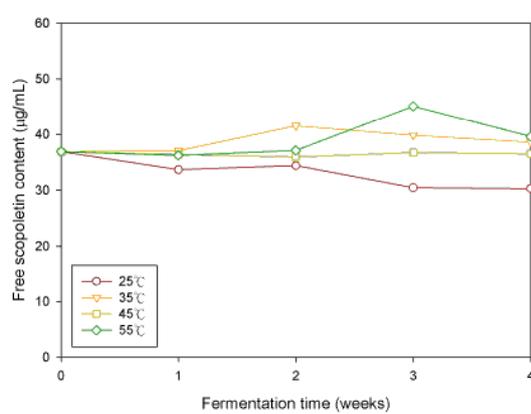
圖三、諾麗果汁於發酵期間的總酚化合物變化



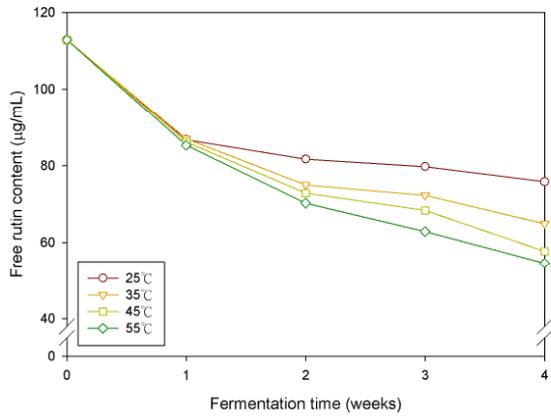
圖四、諾麗果汁於發酵期間的類黃酮變化



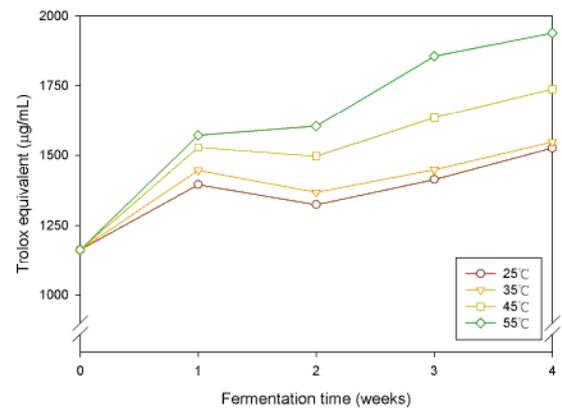
圖五、諾麗果汁於發酵期間的縮合單寧變化



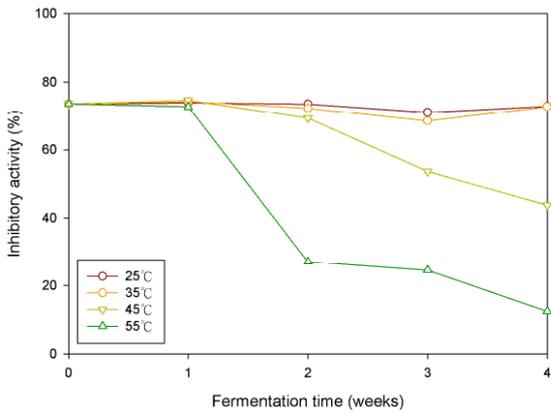
圖六、諾麗果汁於發酵期間的東莨菪素變化



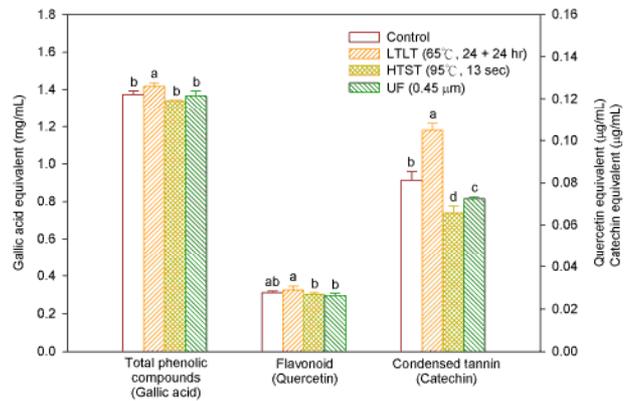
圖七、諾麗果汁於發酵期間的芸香素變化



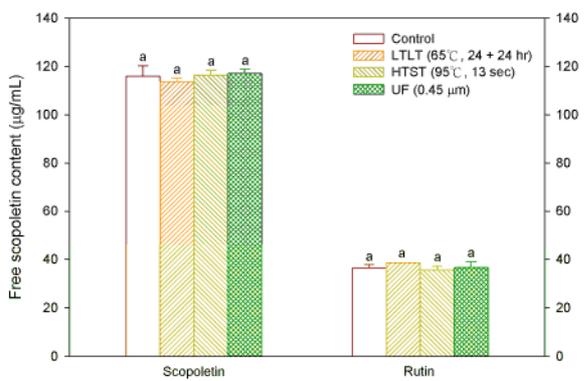
圖八、諾麗果汁於發酵期間的ABTS<sup>+</sup>自由基掃除能力變化



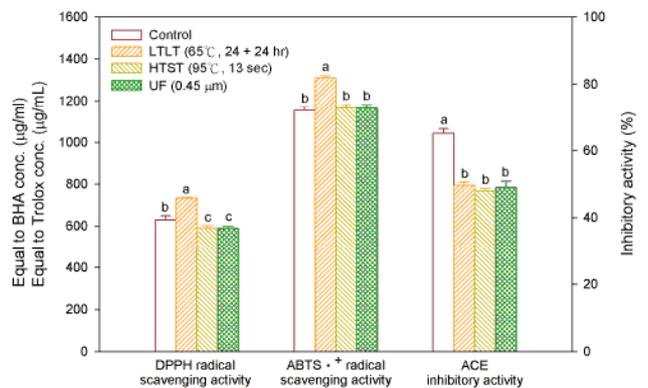
圖九、諾麗果汁於發酵期間的ACE抑制活性變化



圖十、不同殺菌條件的諾麗果汁之功能性化合物變化 (1)



圖十一、不同殺菌條件的諾麗果汁之功能性化合物變化 (2)



圖十二、不同殺菌條件的諾麗果汁之生理活性變化

無研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

| 計畫主持人：蔡正宗        |             | 計畫編號：98-2324-B-029-001- |                 |            |      |                                     |     |
|------------------|-------------|-------------------------|-----------------|------------|------|-------------------------------------|-----|
| 計畫名稱：保健諾麗果汁之改良生產 |             |                         |                 |            |      |                                     |     |
| 成果項目             |             | 量化                      |                 |            | 單位   | 備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等） |     |
|                  |             | 實際已達成數（被接受或已發表）         | 預期總達成數（含實際已達成數） | 本計畫實際貢獻百分比 |      |                                     |     |
| 國內               | 論文著作        | 期刊論文                    | 0               | 2          | 100% | 篇                                   |     |
|                  |             | 研究報告/技術報告               | 0               | 1          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 研討會論文                   | 0               | 2          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 專書                      | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  | 專利          | 申請中件數                   | 0               | 0          | 100% | 件                                   |     |
|                  |             | 已獲得件數                   | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  | 技術移轉        | 件數                      | 0               | 0          | 100% | 件                                   |     |
|                  |             | 權利金                     | 0               | 0          | 100% | 千元                                  |     |
|                  | 參與計畫人力（本國籍） | 碩士生                     | 0               | 3          | 100% | 人次                                  |     |
|                  |             | 博士生                     | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 博士後研究員                  | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 專任助理                    | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
| 國外               | 論文著作        | 期刊論文                    | 0               | 1          | 100% | 篇                                   |     |
|                  |             | 研究報告/技術報告               | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 研討會論文                   | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 專書                      | 0               | 0          | 100% |                                     | 章/本 |
|                  | 專利          | 申請中件數                   | 0               | 0          | 100% | 件                                   |     |
|                  |             | 已獲得件數                   | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  | 技術移轉        | 件數                      | 0               | 0          | 100% | 件                                   |     |
|                  |             | 權利金                     | 0               | 0          | 100% | 千元                                  |     |
|                  | 參與計畫人力（外國籍） | 碩士生                     | 0               | 0          | 100% | 人次                                  |     |
|                  |             | 博士生                     | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 博士後研究員                  | 0               | 0          | 100% |                                     |     |
|                  |             | 專任助理                    | 0               | 0          | 100% |                                     |     |

|  |          |
|--|----------|
| <p>其他成果<br/>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p> | <p>無</p> |
|--|----------|

|   | 成果項目            | 量化 | 名稱或內容性質簡述 |
|---|-----------------|----|-----------|
| 科<br>教<br>處<br>計<br>畫<br>加<br>填<br>項<br>目 | 測驗工具(含質性與量性)    | 0  |           |
|   | 課程/模組           | 0  |           |
|   | 電腦及網路系統或工具      | 0  |           |
|   | 教材              | 0  |           |
|   | 舉辦之活動/競賽        | 0  |           |
|   | 研討會/工作坊         | 0  |           |
|   | 電子報、網站          | 0  |           |
|   | 計畫成果推廣之參與(閱聽)人數 | 0  |           |



# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究可達成下列學術之成果：

1. 控溫發酵加速發酵製程。

2. 降膜減壓除味移除約 90% 不良風味，提升果汁之接受度。

3. 高溫短時間殺菌，可縮短殺菌製程

技術創新及應用價值：

上述三種研究尚未於文獻報導，縮短發酵製程將減少生產成本，提升產品接受度，將可增加銷售利潤，應為廠商樂於接受。

