

## 梅(*Prunus mume* Seibu. et Zucc.)之花及不同成熟度 果實水萃物抗氧化性及苦杏仁苷含量之探討

陳如茵\* 楊筱姿 蔡美珠 林欣榜

財團法人 食品工業發展研究所

(接受刊載日期: 中華民國九十五年十月十九日)

本研究探討三種臺灣梅(胭脂、二青、桃形)之花及不同成熟度果實水萃物清除活性氧的能力及總多酚、苦杏仁苷之含量。胭脂及二青梅花的總多酚及苦杏仁苷含量皆比果實高;總多酚含量為14~40倍,苦杏仁苷含量則為2~4倍。果實中苦杏仁苷及總多酚之含量皆隨果實成熟度增加而快速下降。梅花清除活性氧的能力亦比未成熟青果高出許多,但清除過氧化氫的能力則明顯較低。梅果清除自由基之能力,隨著果實成熟度增加而下降。成熟黃梅果皮清除活性氧的能力皆顯著高於果肉。梅果的抗氧化性,除開花後124天之“桃形”梅果萃出液清除氫氧自由基能力顯著高於其他兩品種同期果實外,對其他自由基類的清除能力,品種間無明顯差異。

**關鍵字:** 梅花, 梅果, 水萃物, 清除活性氧能力, 超微弱化學光分析法, 總多酚, 苦杏仁苷。

## Antioxidant Activity and Amygdalin Contents of Mei (*Prunus mume* Seibu. et Zucc.) Flower and Fruit Water Extract at Different Maturity

Ru-Yin Chen\*, Hsiao-Tsu Yang, Meei-Ju Tsai and Shin-Bong Lin

Food Industry Research and Development Institute, Hsinchu, Taiwan

(Accepted for publication: October 19, 2006)

Three Mei cultivars (Yentsu, Erching and Tao) grow in Taiwan were evaluated for their reactive oxygen scavenging capacity and content of total polyphenols and amygdalin in flower and fruit at different maturity. In both Yentsu and Erching cultivars, the flower contained much higher levels of total polyphenols (14~40 x) and amygdalin (2~4 x) than all fruit at different maturity. It was also found that both compounds decreased quickly in fruit with the increase of fruit maturity. Similarly, the reactive oxygen scavenging capacity of flower was also remarkably higher than that of immature fruit except the capacity to scavenge H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. The radical scavenging capacity of fruit of all cultivars also showed a gradual decrease with the increase of fruit maturity. It is noted that the skin fractions of all mature fruit had significantly higher capacity to scavenge O<sub>2</sub><sup>-</sup>, ·OH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and ROO· compared to their flesh fractions. The antioxidant activity was no difference among different cultivars except the capacity to scavenge ·OH of mature fruit extract of Tao.

**Key words:** *Prunus mume* Mei (Japanese apricot) flower, Mei fruit, Water extract, Reactive oxygen scavenging capacity, Ultraweak chemiluminescence, Total polyphenols, Amygdalin.

### 前 言

蔬果普遍含有不同的抗氧化成分,可減少體內脂質的氧化及活性氧(reactive oxygen species)的產生,進而預防疾病的發生,包括癌症、心血管疾病等<sup>(1,2)</sup>。體內活性氧來源之一為粒線體利用電子傳遞鏈產生能量時,部

分電子從反應路徑中流失,而直接把氧分子還原成超氧陰離子(superoxide anion:  $\text{O}_2^{\cdot-}$ ),進而還原成過氧化氫(hydrogen peroxide: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、氫氧自由基(hydroxyl radical: ·OH)等<sup>(1)</sup>。另一為顆粒性白血球為殺死入侵的微生物,形成超氧陰離子,隨後超氧歧化酶(superoxide dismutase; SOD)將超氧陰離子轉

\* Corresponding author. E-mail: ryc@firidi.org.tw

變成過氧化氫等<sup>(2)</sup>，然體內過多的活性氧會造成正常細胞受損。另外，細胞膜之脂質氧化產生過氧化自由基( peroxy radical:  $ROO\cdot$  )，也將會以連鎖反應繼續破壞細胞，導致組織傷害，引發疾病<sup>(1)</sup>。因此，多食用蔬果可用以調節體內之氧化/抗氧化之不平衡現象<sup>(3-5)</sup>，而達到保健之作用。

梅(*Prunus mume* Seibu. et Zucc.)為薔薇科(Rosaceae)植物，俗稱梅子、青梅、白梅等，英名 Mei 或 Japanese Apricot，是亞洲地區特有的果樹，為中國大陸華中、華南及西南一帶原生果樹之一，除日本及韓國外，其他國家甚少栽培之。臺灣地區栽培於中、南、東部海拔 300~1000 公尺的山坡地，南投縣、臺東縣、臺中縣之產量分居前三名<sup>(6)</sup>，產期自 3 月中旬至 5 月上旬<sup>(7)</sup>。2003 年之種植面積約 8 千公頃，總年產量約 5.4 萬公噸<sup>(8)</sup>。大約四十年前，本省之梅胚曾成功的外銷日本，為臺灣創造了經濟奇蹟，賺取不少外匯。然近十年來，由於大陸、泰國、越南等國之傾銷，於是銷日梅胚逐漸式微，致梅果嚴重滯銷，雖業者及農民仍努力開發產品，然市場之開拓仍面臨很多瓶頸，而倡導其機能性或許是開拓市場之另一途。本草綱目雖記載梅子可用於醫療及保健的天然食品<sup>(9)</sup>，但目前國內外梅果機能性之探討不多。

臺灣梅子的加工產品依果實成熟度不同，可先後製成各種不同的產品<sup>(6)</sup>。如三月下旬採收的果實(開花後 75~90 天)，果膠酸含量較少，脆度佳，適合製成脆梅，清明節至四月下旬採收的果實(開花後 100~120 天)，果膠酸之含量逐漸增加，組織逐漸變軟，最適鹽漬製成梅胚、Q 梅蜜餞，五月中旬採收的果實(開花後 120~140 天)，外表如成熟之水蜜桃，皮薄、汁多、酸中帶甜、風味絕佳，最適製成黃梅果汁、黃梅果醬。目前部分農民也有將梅花製作成茶<sup>(6)</sup>。而這些梅花及不同成熟度之梅果原料，其抗氧化能力是否有差異，仍有待探討。

苦杏仁苷(amygdalin)是具有苦味的產氰性配醣體，最初在杏仁種子中發現，梅花、梅果也含有該物質<sup>(10,11)</sup>。Lasch 和 Shawa<sup>(12)</sup>曾提出兩件食用過量杏核仁的糖漬食品，而致兒童中毒死亡報導。苦杏仁苷於大鼠口服之半致死劑量( $LD_{50}$ )為每公斤體重 880 mg，服用苦杏仁苷將會低心臟之總 ATPase 及  $Mg^{+2}$ -ATPase 活性<sup>(13)</sup>。而苦杏仁苷存在於「梅」之含量與梅果成熟度之關係為何，也值得深究。

超微弱化學光分析法(ultraweak chemiluminescence)乃利用某種物質分子(如:luminol 或 lucigenin 等)吸收自由基釋出的化學能後，產生光輻射(即為化學光)而被偵測。在一定條件下，待測自由基濃度與體系化學光強度呈定量關係，此乃偵測自由基之原理。其具靈敏度高，且容易測定等優點<sup>(14,15)</sup>。故本研究乃採用此分析方法，探討梅花及不同品種與成熟度梅果之抗氧化能力差異，包括：清除超氧陰離子、氫氧自由基、過氧化氫及過氧化自由基等能力，同時分析各樣品總多酚的含量。此外，比較不同原料與產期苦杏仁苷含量的差異，以供加工前原料篩選及日後加工方式選擇、產品型態呈現之參考。

## 材料與方法

### 一、材料

#### 1. 梅花

本試驗使用之“胭脂”梅花，採自南投縣信義鄉(Sinyi)，而“二青”梅花則採自高雄縣六龜鄉(Liouguei)。

#### 2. 梅果

本試驗使用之梅果摘自南投縣信義鄉，為同一農戶栽培管理且栽種 20 年以上之梅樹。以常用之“胭脂(Yentsu)”、“二青(Erching)”及“桃形(Tao)”品種為實驗對象，且每品種各選兩株標記之，供每次取樣之用。每次取樣分別於各樹採收約 10 kg 的梅果，供分析使用。

#### 3. 化學試藥

Ethylglyoxal (pyruvaldehyde; 2-oxopropanol)、indoxyl- $\beta$ -D-glucuronide (IBG)、lucigenin, arginine· $FeSO_4 \cdot 7H_2O \cdot 2, 2'$ -azobis(2-amidino-propane) dihydrochloride (ABAP)、luminol、Folin-Ciocalteu reagent、 $Na_2CO_3$ 、amygdalin 及 gallic acid 購自 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA);  $H_2O_2$  (30%, v/v)、ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) 和甲醇購自 Merck 公司(Darmstadt, Germany)。

### 二、試驗方法

#### 1. 梅花

梅花於 2005 年元月 7 日採收，採收後於室溫下(15  $^{\circ}C$ )運送至實驗室(約 2-4 h)，

隨即製備樣品，待分析活性氧清除能力及總多酚、苦杏仁苷之含量。

## 2. 梅子果實

梅果分別於 2005 年 3 月 29 日(開花後 81 天，成熟度約 60%，為嫩梅果，適做脆梅)、4 月 26 日(開花後 109 天，成熟度約 80%，為青梅果，適做梅胚)及 5 月 11 日(開花後 124 天，成熟度約 100%，為黃梅果)採收，採收後立即作梅果之基本分析(包括：果粒大小、糖度、總酸度)和製備樣品，以供活性氧清除能力分析及總多酚、苦杏仁苷含量測定。

## 三、分析方法

### 1. 梅果原料之基本分析

#### (a) 果粒大小

隨機取梅果 10 粒，秤重並平均之，即為平均果粒大小。

#### (b) 糖度測定

隨機取六粒梅果，切碎果肉，以二層紗布壓榨汁液，隨後用 ATAGO 曲折計測量糖度，以  $Bx^{\circ}$  表示之。

#### (c) 總酸度測定

參考 AOAC 942.15<sup>(16)</sup> 方法，隨機取 6 粒梅果，切碎果肉，以二層紗布壓榨汁液，吸取 100  $\mu$ L 汁液，以 1% 酚酞為指示劑，用 0.01 N NaOH 滴定至微紅色為止，以檸檬酸(C.A.%)表示之。其計算公式如下：  
 總酸度(C.A.%) =  $0.01 \times \text{NaOH 滴定數} \times 70$   
 (檸檬酸克當量)  $\div$  樣品重(g)  $\div$  1000  
 (mg/g)  $\times$  100。

### 2. 清除活性氧能力之分析

#### (a) 分析樣品的製備

梅果以刀切開取果肉(含皮)，比較黃梅果肉及果皮者，則用手將果皮和果肉分開。隨後各稱取 200 g，於 500 mL 水煮沸 30 min，倒出萃出液，再加 500 mL 水煮沸 30 min，混合第一及二次萃出液，定量至 1000 mL，冷凍保存，供各種活性氧自由基清除能力的分析。同時測定待測部分之固形物含量，以換算成萃出液之乾物重。

#### (b) 清除活性氧能力之分析

參考 Tsai 等人<sup>(14,15)</sup> 之方法分析，即超氧陰離子形成系統之反應溶液包含 1.0 mL 的 2.0 mM lucigenin、0.05 mL 的 1.0 M arginine、0.05 mL 的 1.4  $\mu$ M methylglyoxal

及 1.0 mL 的 PBS (pH 7.4)。氫氧自由基之形成系統乃利用 Fenton 反應，反應溶液包括 1.0 mL 的 3  $\mu$ M IBG、0.1 mL 的 1.0 mM FeSO<sub>4</sub>、1.6 mL 的 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 0.05 mL 的 10 mM EDTA。過氧化自由基之形成系統包括 2.0 mL 的 1.0 mM luminol、1.0 mL 的 0.1 M ABAP、過氧化氫活性氧產生系統則為 1.5 mL 的 1.5 mM luminol 及 1.5 mL 的 0.8% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。

超氧陰離子、氫氧自由基和過氧化氫活性氧之測定，乃將上述各反應溶液，分別加入石英杯內，然後利用 BJI-ultraweak chemiluminescence (Jye Horn Co. Taiwan) 分析儀偵測產生各自由基之光點。各自由基產生系統在數分鐘後，即會到達一平衡狀態，此時加入 10  $\mu$ L 樣品，則 BJI-ultraweak CL 之光點計數值(counts)會因樣品清除該自由基之結果，使光點計數值下降。如此連續加入數次樣品，計算每次加入樣品之量對光點降低之值，即可計算該樣品清除該自由基之 IC<sub>50</sub> (concentration of 50% inhibition)，IC<sub>50</sub> 代表於該系統清除一半自由基時所需要之抗氧化物的濃度。故當 IC<sub>50</sub> 值越小者，表示清除該自由基之能力越強。過氧化自由基之測定，乃將上述過氧化自由基形成溶液加入石英杯內，然後利用 BJI-ultraweak chemiluminescence 分析儀測定。當加入樣品之抗氧化能力越強時，其延遲時間(lag time)越長，反之則越短。利用其延遲時間之長短，換算成相當於 trolox 之濃度，以比較樣品清除過氧化自由基之能力。

### 3. 總多酚含量分析

依據 Singleton 等人<sup>(17)</sup> 分析方法，即樣品與 0.2 N Folin-Ciocalteu reagent、7.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液混合，以分光光度計測定 760 nm 吸光值，並計算出相當於 gallic acid 含量，即 GAE = gallic acid equivalent ( $\mu$ g)。

### 4. 苦杏仁苷含量分析

於室溫下，取 6 g 去籽果實，加入 10 mL 甲醇溶液，以超音波(BRANSON 8210)振動萃取 6 h，經高速離心機以 3000 rpm、10 min 離心後，上清液用 0.45  $\mu$ m 濾膜過濾，隨即以 HPLC 分析，再由已知濃度之苦杏仁苷(10~1000 ppm) 標準曲線(回歸相關係數  $r^2 = 0.998$ )換算樣品中未知杏仁苷之濃度。HPLC 之分析條件為：管柱 Chrom-pack C-18 column (250  $\times$  4.6 mm)、移動相 CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O (20/80)、流速 3 mL/min、UV 檢測器波長 218 nm 及注



射體積 20  $\mu\text{L}$ <sup>(18)</sup>。

#### 四、統計分析

本試驗所得之資料以 SPSS 統計套裝軟體進行統計分析，採 Student's t-test 或 Duncan's multiple range test，當  $p < 0.05$  表示具有顯著性差異。

### 結果與討論

#### 一、梅果原料基本分析

本試驗之梅果原料為同一地區同一農戶管理，三品種雖同時於元旦左右開花，但果實的生長速率卻差異很大。清明節前(開花後 81 天之青梅)，「胭脂」梅果的平均粒重為 16.87 g，已接近不再增重，然「二青」與「桃形」梅果之平均粒重卻不到 8 g，還未有商品價值，故脆梅原料大多使用「胭脂」之嫩梅果。至四月下旬，「二青」與「桃形」梅果的重量則大幅增加，而「胭脂」梅果的重量則增加有限。五月上旬採收之原料，已接近梅果生產尾聲，即為完熟之黃梅階段。從表一可知，「桃形梅」可長到 22 g/粒以上，而「胭脂」與「二青」梅果最大只有 19 g/粒以下。一般而言，果實的糖度隨成熟度增加而增加，總酸度則隨成熟度增加先上升，但接近完熟則又下降，梅果也依循此自然法則(表一)。

#### 二、清除活性氧能力的比較

##### 1. 梅花及梅果之比較

表二顯示，「胭脂」及「二青」梅花清除超氧陰離子( $\text{O}_2\cdot^-$ )及氫氧自由基( $\cdot\text{OH}$ )之  $IC_{50}$  均顯著低於梅果。由於  $IC_{50}$  值越小者，表示清除該自由基之能力越強，故梅花清除  $\text{O}_2\cdot^-$  及  $\cdot\text{OH}$  之能力約為梅果的五倍以上，且清除過氧化自由基( $\text{ROO}\cdot$ )之能力為梅果的 25 倍以上。然兩品種梅花清除  $\text{H}_2\text{O}_2$  活性氧之能力卻為梅果的二分之一，此現象與清除其他自由基之能力剛好相反。梅花對這四種活性氧自由基之清除能力，兩品種間皆無顯著差異。

##### 2. 不同品種及成熟期梅果的比較

「胭脂」、「二青」和「桃形」三品種梅果萃出液對  $\text{O}_2\cdot^-$ 、 $\cdot\text{OH}$  及  $\text{ROO}\cdot$  自由基之清除能力，皆隨成熟度的增加而顯著降低，而

表一 梅子果實總酸度、糖度及果粒大小  
Table 1. Total acidity, Brix and fruit size of Mei fruit

Cultivars & days after flowering	Total acidity (Citric acid %)	Brix ( $Bx^\circ$ )	Average fruit size (g/granule)
"Yentsu"			
81	6.4 <sup>a1</sup>	7.2 <sup>a</sup>	16.87 <sup>a</sup>
109	8.5 <sup>b</sup>	8.2 <sup>b</sup>	18.96 <sup>a</sup>
124	6.8 <sup>a</sup>	9.6 <sup>c</sup>	17.78 <sup>a</sup>
"Erching"			
81	4.5 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>
109	9.8 <sup>c</sup>	8.4 <sup>b</sup>	12.40 <sup>b</sup>
124	6.6 <sup>b</sup>	10.2 <sup>c</sup>	18.16 <sup>c</sup>
"Tao"			
81	6.2 <sup>a</sup>	7.0 <sup>a</sup>	6.97 <sup>a</sup>
109	10.2 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>	18.22 <sup>b</sup>
124	9.0 <sup>b</sup>	9.0 <sup>b</sup>	22.50 <sup>b</sup>

1 Means among different ripening fruits of each cultivar in the same column followed by different letters are significantly different at  $p < 5\%$  level by Duncan's multiple range test.

清除  $\text{H}_2\text{O}_2$  活性氧能力則變化不大(表二)。比較三品種各相同成熟期梅果萃出液清除  $\text{O}_2\cdot^-$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$  及  $\text{ROO}\cdot$  之能力，並無顯著差異，僅有開花後 124 天之「桃形」梅果萃出液清除  $\cdot\text{OH}$  自由基能力，顯著高於其他兩品種同期果實(表二)。

##### 3. 黃梅果皮與果肉之比較

完熟黃梅果之「果皮」及「果肉」清除活性氧自由基之能力，顯示於表三。三品種梅果皮清除  $\text{O}_2\cdot^-$ 、 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{ROO}\cdot$  自由基及  $\text{H}_2\text{O}_2$  活性氧之能力皆顯著大於果肉。由是觀之，一般成熟梅果之果皮仍具有相當高之活性氧清除能力，故加工時不要忽略了梅果皮的利用。

#### 三、總多酚含量

「二青」及「胭脂」梅花之總多酚含量分別為  $1,707 \pm 58$  及  $2,021 \pm 78 \mu\text{g GAE} / \text{g dry wt. flower}$ ，其間具有顯著差異，且為梅果之 15 倍左右(表四)，此趨勢與清除活性氧能力相仿(表二)，又隨梅果成熟度之增加，總多酚含量亦顯著遞減(表四)，此變化趨勢也與清除活性氧之能力相近(表二)。其中「胭脂」及「二青」梅於開花後 81 與 109 天之果實總多酚含量間皆有顯著差異，顯然此兩品種總多酚含量較早遞減，而「桃形」梅果則於開花後

表二 梅花及不同成熟期梅子果實清除活性氧之能力

Table 2. Reactive oxygen scavenging capacity of Mei flower and fruit at different maturity

Cultivars of Mei Flower and Fruit (Days after flowering)	Reactive oxygen scavenging capacity			
	$IC_{50}$ ( $\mu\text{g dry wt. extract / mL}$ )			Lag time ( $\text{sec}/\mu\text{g dry wt. extract / mL}$ )
	$\text{O}_2\cdot$	$\cdot\text{OH}$	$\text{H}_2\text{O}_2$	ROO $\cdot$
Trolox	$10.7 \pm 1.5$	$1.45 \pm 0.8$	$10.0 \pm 1.2$	$30.00 \pm 1.84$
Flower				
“Yentsu”	$2.1 \pm 0.4^{a1}$	$0.3 \pm 0.1^a$	$37.4 \pm 4.2^b$	$37.36 \pm 1.24^c$
“Erching”	$2.8 \pm 0.5^a$	$0.4 \pm 0.1^a$	$41.4 \pm 4.6^b$	$41.38 \pm 1.58^c$
Fruit				
“Yentsu”				
81	$14.9 \pm 1.6^b$	$1.9 \pm 0.1^b$	$17.9 \pm 1.7^a$	$1.33 \pm 0.17^b$
109	$19.7 \pm 1.0^c$	$4.3 \pm 0.2^c$	$17.9 \pm 1.1^a$	$0.74 \pm 0.05^a$
124	$23.8 \pm 3.4^{cd}$	$6.5 \pm 0.3^d$	$19.5 \pm 1.5^a$	$0.59 \pm 0.21^a$
“Erching”				
81	$14.8 \pm 1.6^b$	$2.2 \pm 0.7^b$	$19.8 \pm 1.1^a$	$1.61 \pm 0.17^b$
109	$22.8 \pm 2.8^c$	$4.5 \pm 0.4^c$	$19.5 \pm 1.3^a$	$0.82 \pm 0.24^a$
124	$25.1 \pm 1.9^d$	$5.7 \pm 1.4^d$	$19.5 \pm 1.4^a$	$0.62 \pm 0.12^a$
“Tao”				
81	$11.6 \pm 0.2^b$	$2.5 \pm 0.6^b$	$15.2 \pm 1.7^a$	$1.59 \pm 0.31^b$
109	$17.6 \pm 4.7^{bc}$	$3.9 \pm 0.2^c$	$16.2 \pm 1.2^a$	$0.85 \pm 0.08^a$
124	$28.4 \pm 0.3^d$	$4.0 \pm 0.1^c$	$16.5 \pm 1.1^a$	$0.80 \pm 0.14^a$

1 Each value is expressed as mean  $\pm$  SD (n = 4). Means among different cultivars and ripening fruits in the same column followed by different letters are significantly different at  $p < 5\%$  by Duncan's multiple range test.

表三 黃梅果實中果肉及果皮清除活性氧能力之比較

Table. 3. Comparisons of the reactive oxygen scavenging capacity between skin and flesh fractions of mature Mei fruit

Fruit	Reactive oxygen scavenging capacity			
	$IC_{50}$ ( $\mu\text{g dry wt. extract / mL}$ )			Lag time ( $\text{sec}/\mu\text{g dry wt. extract / mL}$ )
	$\text{O}_2\cdot$	$\cdot\text{OH}$	$\text{H}_2\text{O}_2$	ROO $\cdot$
Trolox	$10.7 \pm 1.5$	$1.45 \pm 0.8$	$10.0 \pm 1.2$	$30.00 \pm 1.84$
“Yentsu”				
skin	$7.10 \pm 2.33^{a1}$	$3.79 \pm 0.94^a$	$13.95 \pm 1.24^a$	$1.00 \pm 0.24^b$
flesh	$45.90 \pm 5.31^b$	$7.10 \pm 0.33^b$	$25.35 \pm 1.74^b$	$0.32 \pm 0.02^a$
“Erching”				
skin	$9.90 \pm 3.35^a$	$1.91 \pm 0.08^a$	$10.80 \pm 1.23^a$	$1.36 \pm 0.12^b$
flesh	$51.46 \pm 3.10^b$	$9.90 \pm 0.35^b$	$23.00 \pm 2.38^b$	$0.33 \pm 0.01^a$
“Tao”				
skin	$5.89 \pm 2.96^a$	$1.22 \pm 0.16^a$	$11.55 \pm 1.85^a$	$1.79 \pm 0.32^b$
flesh	$77.09 \pm 6.50^b$	$5.89 \pm 0.96^b$	$22.80 \pm 2.94^b$	$0.35 \pm 0.02^a$

1 Each value is expressed as mean  $\pm$  SD (n = 4). Means between skin and flesh of each cultivar fruit of the same column followed by the same letters are not significantly different at  $p < 5\%$  with Student's t-test.

124 天方有顯著降低，則遞減較晚。

近年 Matsuda 等人<sup>(19)</sup>認為高抗氧化力的梅花具開發潛力，進而以清除 DPPH 自由基之分析方式，從梅花中分離強抗氧化成分，但未能顯示其對不同活氧之清除能力。本研究

則可進一步區分對不同種類活性氧之清除能力，甚至發現梅果清除  $\text{H}_2\text{O}_2$  活性氧之能力高於梅花(表二)，故其生理機能值得注意。Yoshikawa 等人<sup>(20)</sup>從梅花分離一些新的成分，可抑制醛醣還原酶(aldehyde reductase)活性及血小板凝

表四 梅花及不同成熟度之梅果多總酚含量之變化

Table 4. Total polyphenol contents of Mei flower and fruit at different maturity

Flower	Total polyphenol content <sup>1</sup> ( $\mu\text{g GAE} / \text{g dry wt. flower}$ )		
“Yentsu”	2,021 $\pm$ 78 <sup>b2</sup>		
“Erching”	1,707 $\pm$ 58 <sup>a</sup>		
Days after flowering Fruit	Total polyphenol content ( $\mu\text{g GAE} / \text{g dry wt. fruit}$ )		
	“Yentsu”	“Erching”	“Tao”
81	124 $\pm$ 20 <sup>b3</sup>	115 $\pm$ 35 <sup>c</sup>	141 $\pm$ 47 <sup>b</sup>
109	69 $\pm$ 27 <sup>a</sup>	88 $\pm$ 22 <sup>b</sup>	110 $\pm$ 17 <sup>b</sup>
124	51 $\pm$ 21 <sup>a</sup>	41 $\pm$ 18 <sup>a</sup>	50 $\pm$ 19 <sup>a</sup>

1 Each value is expressed as mean  $\pm$  SD (n = 4).

2 Means between different cultivar flowers of the same column followed by different letters are significantly different at  $p < 5\%$  by Student's t-test.

3 Means among different stages of the same column followed by different letters are significantly different at  $p < 5\%$  by Duncan's multiple range test.

表五 梅花及不同成熟度梅果實之苦杏仁苷含量

Table 5. Amygdalin contents of Mei flower and fruit at different maturity

Flower	Amygdalin content ( $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. flower}$ )		
“Yentsu”	2,021 $\pm$ 78 <sup>b2</sup>		
“Erching”	1,707 $\pm$ 58 <sup>a</sup>		
Days after flowering Fruit	Amygdalin content ( $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. fruit}$ )		
	“Yentsu”	“Erching”	“Tao”
81	641 $\pm$ 18 <sup>b1</sup>	657 $\pm$ 33 <sup>b</sup>	1308 $\pm$ 45 <sup>c</sup>
109	537 $\pm$ 38 <sup>b</sup>	600 $\pm$ 19 <sup>b</sup>	647 $\pm$ 30 <sup>b</sup>
124	398 $\pm$ 13 <sup>a</sup>	448 $\pm$ 56 <sup>a</sup>	450 $\pm$ 53 <sup>a</sup>

1 Each value is expressed as mean  $\pm$  SD (n = 4). Means among different stage fruits of the same column followed by different letters are significantly different at  $p < 5\%$  by Duncan's multiple range test.

集等作用，但於梅花或梅果是否進一步於活體內也能扮演平衡氧化壓力的角色，目前研究仍不多。

#### 四、苦杏仁苷之含量

##### 1. 不同梅花品種之比較

表五顯示，梅花如梅之核仁<sup>(18)</sup>，亦含有豐富的苦杏仁苷。其中“胭脂”梅花略高於“二青”梅花，然兩者含量皆高達 1,500  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. of flower}$  以上。

##### 2. 梅果品種及成熟期之影響

張<sup>(18)</sup>曾指出，“胭脂”梅核仁之苦杏仁苷含量約為 900  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. fruit}$ ，小梅約為 2,400  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. fruit}$ 。本研究分析不同品種及成熟期之梅果(表五)，顯示“桃形”嫩梅果之苦杏仁苷含量最高，達 1,300  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. fruit}$  以上；而“胭脂”與“二青”嫩梅果約為 650  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt.}$

*fruit*，其間差異不大。隨著成熟度之增加，苦杏仁苷含量逐漸減少。三品種梅果至開花後 124 天之黃梅階段，苦杏仁苷皆已降至 500  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. fruit}$  以下，其中以“胭脂”梅果含量最低，僅 398  $\text{mg}/100 \text{ g dry wt. fruit}$ 。柏<sup>(21)</sup>指出，苦杏仁苷可被核仁中的  $\beta$ -glucosidase 分解，使苦味感減低。當梅樹開花後約 50 天時， $\beta$ -glucosidase 活性開始出現，之後此活性隨果實成熟度成正比增加，這可能是苦杏仁苷含量隨果實成熟度增加而遞減之主因。

Adewusi 及 Oke<sup>(13)</sup> 研究指出，苦杏仁苷雖於大鼠之  $LD_{50}$  為 880  $\text{mg}/\text{kg BW}$ ，然如果與  $\beta$ -glucosidase 同時食用，將促進水解產生劇毒之氰酸，大鼠只要服用 600  $\text{mg}/\text{kg BW}$  苦杏仁苷，則全部致死。所以梅花兼具高抗氧化性及高苦杏仁苷含量之特性，食用上之利弊因素值得深究。

苦杏仁苷、總多酚等植物生理活性物質 (phytochemicals) 在梅子生長初期含量高，併

有苦澀味，使動物不愛食用，這應是造物者賦予果實生存的重要保護機制。然當果實到達成熟，需要靠動物協助傳佈種子時，則不利動物之一些植物生理活性物質則逐漸降低<sup>(22)</sup>，包括苦杏仁苷等。

本研究另外測定 trolox 清除活性氧之能力顯示，清除  $O_2\cdot^-$ 、 $\cdot OH$  及  $H_2O_2$  之  $IC_{50}$  分別約為 10.73、1.45 及 10.00  $\mu g/mL$ ，而清除  $ROO\cdot$  自由基之 Lag time 為 30  $sec/\mu g/mL$  (表二)。表二顯示梅花水萃液清除  $O_2\cdot^-$ 、 $\cdot OH$  及  $ROO\cdot$  之能力皆高於 trolox，而梅果水萃液清除  $O_2\cdot^-$ 、 $\cdot OH$  及  $H_2O_2$  之能力略低於 trolox。但由於這些粗萃物並非純品，其清除活性氧之能力已十分接近 trolox 純品，或許梅花和梅子含有某些植物生理活性物質，在體內也如同 trolox 對活性氧去除扮演某些重要角色，值得進一步研究。

綜觀之，未成熟之嫩梅果，其抗氧化力及總多酚含量均比黃梅果高，但影響風味之苦杏仁苷含量相對也較高。以之為原料製作產品(如脆梅等)，往往需要經過脫澀處理，才能廣為消費者接受，這些處理是否會改變原料原有高度的活性氧清除能力，值得注意。又隨著梅子成熟度的增加，清除活性氧之能力逐漸遞減，然苦杏仁苷之含量則相對減少更多，以之為原料製作產品(如梅汁)，則不需經過脫澀處理，那麼其產品之抗氧化力是否能與脫澀過原料製成之產品相比，這些都是有趣及今後值得深究的課題。

## 謝 誌

本研究承蒙經濟部科技處(計畫編號：94-EC-17-A-18-R7-0332)及農委會畜牧處加工科(計畫編號：94.農科-12.1.1-牧-U1(2))經費補助，特此致謝。

## 參 考 文 獻

- 凌關庭：《抗氧化食品與健康》，pp. 1-51。化學工業出版社，北京，中國 (2004)。
- M. T. Huang, G. Ghai and C. T. Ho: Inflammatory process and molecular targets for anti-inflammatory nutraceuticals. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, **3**: 127-139 (2004).
- B. M. Ames: Dietary carcinogens and anticarcinogens: Oxygen radicals and degenerative disease. *Science*, **221**: 101-104 (1983).
- K. F. Gey: The antioxidant hypothesis of cardiovascular disease: Epidemiology and mechanisms. *Biochem. Soc. Trans.* **18**: 1041-1045 (1990).
- H. Wang, G. Cao and R. Prior: Total antioxidant capacity of fruit. *J. Agric. Food Chem.*, **44**: 701-705 (1996).
- 歐錫坤：梅。《臺灣農家要覽》(電子書)，農作篇(二)，增修第三版，行政院農業委員會出版，財團法人豐年社發行，臺北，臺灣 (2006)。
- 丘應模：梅。《臺灣的果樹》，pp. 46-48，渡假出版社有限公司，臺北，臺灣 (1991)。
- 行政院農業委員會，92 農業統計年報，p. 110，行政院農業委員會統計室，臺北，臺灣 (2004)。
- 李時珍：梅。《本草綱目(下)》，甘偉松增訂，pp. 41-45，宏業書局有限公司，臺北，臺灣 (1974)。
- E. E. Conn: Cyanogenic glycosides. In "Toxicants Occurring Naturally in Foods." pp. 299-307. National Academy of Sciences-National Research Council. Washington, D.C., USA (1971).
- D. S. Seigler: Isolation and characterization of naturally occurring cyanogenic compounds. *Phytochemistry*, **14**: 9-29 (1975).
- E. E. Lasch and R. E. Shawa: Multiple cases of cyanide poisoning by apricot kernels in children from Gaza. *Pediatrics*, **68**: 5-7 (1981).
- S. R. Adewusi and O. Oke: On the metabolism of amygdalin. 1. The  $LD_{50}$  and biochemical changes in rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **63**: 1080-1083 (1985).
- C. H. Tsai, A. Stern, J. F. Chiou, C. L. Chern and T. Z. Liu: Rapid and specific detection of hydroxyl radical using an ultraweak chemiluminescence analyzer and a low-level chemiluminescence emitter: Application to hydroxyl radical-scavenging ability of aqueous extracts of food constituents. *J. Agric. Food Chem.*, **49**: 2137-2141 (2001).
- C. H. Tsai, R. C. Chang, J. F. Chiou and T. Z. Liu: Improved superoxide-generating system suitable for the assessment of the superoxide-scavenging ability of aqueous extracts of food constituents using ultraweak chemiluminescence. *J. Agric. Food Chem.*, **51**: 58-62 (2003).
- AOAC: Acidity (titratable) of fruit products. In "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists." 17<sup>th</sup> ed. Sec 942.15, Association of Official Analytical Chemists Inc. Arlington, VA, USA (2003).
- V. L. Singleton, R. Orthofer and R. M. Lamuela-Raventos: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.*, **299**: 152-178 (1999).
- 張正明：梅子醃漬前果汁之製取及脫除苦味方法之研究。臺灣大學食品科技研究所碩士論文，臺北，臺灣 (1984)。
- H. Matsuda, T. Morikawa, T. Ishiwada, H. Managi, M. Kagawa, Y. Higashi and M. Yoshikawa: Medicinal flowers. VIII. Radical scavenging constituents from the flowers of *Prunus mume*: structure of prunose III. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)*, **51**: 440-443 (2003).
- M. Yoshikawa, T. Murakami, T. Ishiwada, T. Morikawa, M. Kagawa, Y. Higashi and H. Matsuda: New flavonol oligoglycosides and polyacylated sucrose with inhibitory effects on aldose reductase and platelet aggregation from the flowers of *Prunus mume*. *J. Nat. Prod.*, **65**: 1151-1155 (2002).
- 柏有成：梅子核仁中  $\beta$ -Glucosidase 之純化與生化性質之探討。國立臺灣大學園藝研究所碩士學位論文，臺北，臺灣 (1988)。
- J. S. Cory and K. Hoover: Plant-mediated effects in insect-pathogen interactions. *Trends Ecol. Evol.*, **21**: 278-286 (2006).