

真空脫澀應用在‘牛心柿’果實脫澀的可行性研究

朱峰震¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：牛心柿、脫澀、真空包裝

摘要：本試驗主要探討真空包裝處理是否適用於‘牛心’澀柿之脫澀。在比較脫澀處理方法對柿果實品質之影響試驗中，不同脫澀處理的脫澀速度上，以真空方式脫澀最快，其次為二氧化碳脫澀及酒精脫澀，最遲則為石灰懸浮液。在脫澀處理之硬度及果皮色差值上，最高者為石灰懸浮液脫澀，可能因石灰懸浮液之脫澀效果較慢所造成。在真空脫澀處理‘牛心柿’果實上，脫澀速度為試驗中最快，在硬度及果皮色差表現上皆優於酒精及二氧化碳脫澀處理，故真空包裝脫澀為一可行之脫澀方式。

前 言

柿(*Dispyros kaki* L or *Dispyros kaki* Thunb)，為柿樹科(Ebenaceae)柿樹屬之多年生落葉性溫帶果樹。本省主要栽培品種為‘牛心柿’、‘四周柿’、‘富有柿’及‘次郎’。前兩者屬澀柿(astringent)品種，後兩者為甜柿(non-astringent)品種。澀柿果肉中因含大量的可溶性單寧(soluble tannin)，無法直接食用，須經脫澀(de-astringency)處理，將果肉中大量的可溶性單寧(soluble tannin)聚合成不可溶性之凝膠態，方可食用。

常見的脫澀處理有酒精脫澀法、二氧化碳脫澀法、石灰水脫澀法、後熟脫澀法及溫水脫澀法等。以不同的脫澀方式處理柿果，品質差異很大，櫥架壽命亦不同(Ito, 1971)。本試驗目的在於以真空脫澀法對柿果進行脫澀處理，用以探討真空脫澀法與其他脫澀方式對脫澀後果實品質之影響。藉以評估真空脫澀法能否實際應用於柿果的脫澀上。

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

材料及方法

一、試驗材料

本試驗所使用的‘牛心柿’果實採自嘉義番路李姓果園，果皮呈黃綠色，果肉呈深黃色。果實採後即立刻運回實驗室，挑選大小及顏色一致且無外傷之果實為試驗材料。

二、試驗方法

牛心柿果實分別在 30°C 的環境下，分別以石灰懸浮液、二氧化碳、酒精及真空包裝處理脫澀。進行脫澀處理時，將果實封入密閉之呼吸缸中，其中二氧化碳處理組以接近 100% 的二氧化碳處理；酒精處理組以每公斤 4ml 95% 酒精；石灰懸浮液處理組以氧化鈣 (CaO) 配製之石灰懸浮液；真空包裝處理組則以真空包裝機，將牛心柿果實 2 顆為一袋，利用真空包裝機(友圓實業有限公司 Model No.TH-350 桌上型真空包裝機)在真空時間 20 秒鐘(真空度 150 mmHg)、封口時間 3 秒鐘、冷卻時間 3 秒鐘，處理後每天後取出一組測量，每組 6 顆果實三重複，測定澀味指數、果皮及果肉顏色、果肉硬度及可溶性固形物。真空包裝袋材質為 83% 聚乙烯塑膠及 17% 尼龍，規格為 33.5 cm × 24.5 cm × 0.08 mm。

三、調查項目及分析方法

- (1) 可溶性固形物之測定：將待測柿果自果頂 1/3 處橫切後，於心室間之果肉壓榨出果汁，以手持折射計(Hand refractometer, Atage, Model N1)，測定果汁中全可溶性固形物(total soluble solid, TSS)的含量為代表。單位以 °Brix 表示之。
- (2) 硬度之測定：將待測柿果自果頂 1/3 處橫切後，以硬度計(Penetrometer F327)測定心室間穿刺果肉時，單位面積內所需最大之重量。單位以牛頓(N)表示之。
- (3) 果皮顏色之測定：果皮顏色測定於赤道部位之兩端，利用色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku, Model NR-3000)測定果皮顏色，分別測定 L、a*、b*、C、H。其中，L 表示明亮度，100 為白色，0 為黑色；+a 值表示偏紅色、-a 表示偏綠色；+b 值表示偏黃色、-b 值表示偏藍色；C 值為彩度(Chroma)，數值越高表示色彩濃度越濃；H 值為色相角度(Hue angle)，表示顏色色相之變化，0 度為紅色-紫色(red-purple)，90 度為黃色(yellow)，180 度為藍色-綠色(bluish-green)，270 度為藍色(blue)。
- (4) 澀味指數之調查：根據 Eaks(1967)之單寧印染法，以 5% FeCl₃ 浸染 Whatman NO.1 濾紙，予以陰乾製成單寧試紙備用。將預測定之柿果，自果頂 1/3 處橫切，再把切面印在單寧試紙上，濾紙上的 FeCl₃ 會與柿果中的可溶性單寧作用，產生黑色呈色反應。當柿果中可溶性單寧含量愈高，濾紙上所呈現之黑色面積愈多。本試驗依黑色呈色反應面積所佔百分比，區分為五級：1 代表 10% 以下、2 代表 10~30%、3 代表 30~50%、4 代表 50~75%，而 5 代表 75% 以上，一般指數在 2 以下即具商品價值。

結 果

1. 脫澀方法對牛心柿果實澀味之影響

圖 1 為柿果澀味調查時之單寧試紙反應，越黑代表單寧越多，一般脫澀指數低於 2 就具有商品價值，而在所有的脫澀處理中，以真空包裝處理脫澀效果最快(指數 2.5)，其次為二氧化碳脫澀(指數 3.0)，皆在處理後第一天就可以看到脫澀指數明顯下降，但是在石灰懸浮液及酒精處理指數分別為 4.5 及 5.0，在脫澀處理後第二天，真空處理脫澀已經完全脫澀(指數下降到 1)，而在酒精脫澀處理也有良好的效果(指數 1.67)，石灰懸浮液及二氧化碳處理指數分別為 2.6 及 2.33，在脫澀處理第三天後，各處理組皆已完全脫澀(表 1)。

2. 脫澀方法對牛心柿果實硬度之影響

在處理第一天硬度最高為石灰懸浮液及真空脫澀處理，皆為 49.6N，酒精及二氧化碳處理則有相近的硬度，分別為 42.53 及 42.33N。在處理第二天，以石灰懸浮液硬度(48.31N)最高，其次為酒精及真空處理為 44.39 及 44.00N，二氧化碳處理為最低 39.10N。在處理第三天，仍以石灰懸浮液 44.98 最高，其次為酒精處理 42.04N，最低為二氧化碳處理 39.36N。在脫澀處理後在第一、二、三天，硬度最高皆為石灰懸浮液處理(50.17、48.31 及 44.98N)，其次為真空處理(48.70、44.00N)及酒精處理(42.53、44.39 及 42.04 N)，最軟則為二氧化碳處理(42.33、39.10 及 39.69)(表 2)。

3. 脫澀方法對牛心柿果實全可溶性固形物之影響

在全可溶性固形物含量(TSS)上，除了在第一天酒精處理組含量較高外(14.38°Brix)，石灰懸浮液、二氧化碳及真空處理 TSS 皆在 11.15~11.68°Brix，在處理第二天及第三天，不同處理之間無顯著差異(表 3)。

4. 脫澀方法對牛心柿果皮顏色之影響

在果皮色差 L 值方面(表 4)，在處理後第一天各處理並無顯著差異；在處理後第二天，以石灰懸浮液處理 L 值最高(59.67)，其次為真空脫澀處理(56.07)，而酒精及二氧化碳處理則相差不多(54.31 及 53.54)；在處理後第三天，也是以石灰懸浮液處理 L 值最高(56.86)，其次為二氧化碳處理(55.37)，最低為酒精處理(53.23)。在果皮 a 值上(表 5)，在不同天數及各處理組無顯著差異。而在果皮 b 值上(表 6)，則只有石灰懸浮液處理在第二天時有顯著低於其他各組的 b 值(39.62)。

5. 脫澀方法對牛心柿果肉顏色之影響

在果皮色差 L 值方面(表 7)，在處理後第一天，以酒精處理有最高的色差 L 值(56.76)，而二氧化碳處理有最低的 L 值(53.87)；在處理後第二天，各組間並無顯著差異；在處理後第三天，也是以石灰懸浮液及酒精處理 L 值最高(55.41 及 57.59)，最低為二氧化碳處理(52.97)。在果皮色差 A 值上(表 8)，在處理後第一天，石灰懸浮液及酒精處理組有較佳的色差 A 值(6.95 及 7.43)，其他不同天數及各處理組無顯著差異。而在果皮色差 B 值上(表 9)，則不同天數及各處理組無顯著差異。而真空脫澀處理相較於二氧化碳處理在貯藏兩週後，果肉幾乎無褐化之情況產生(圖二)。

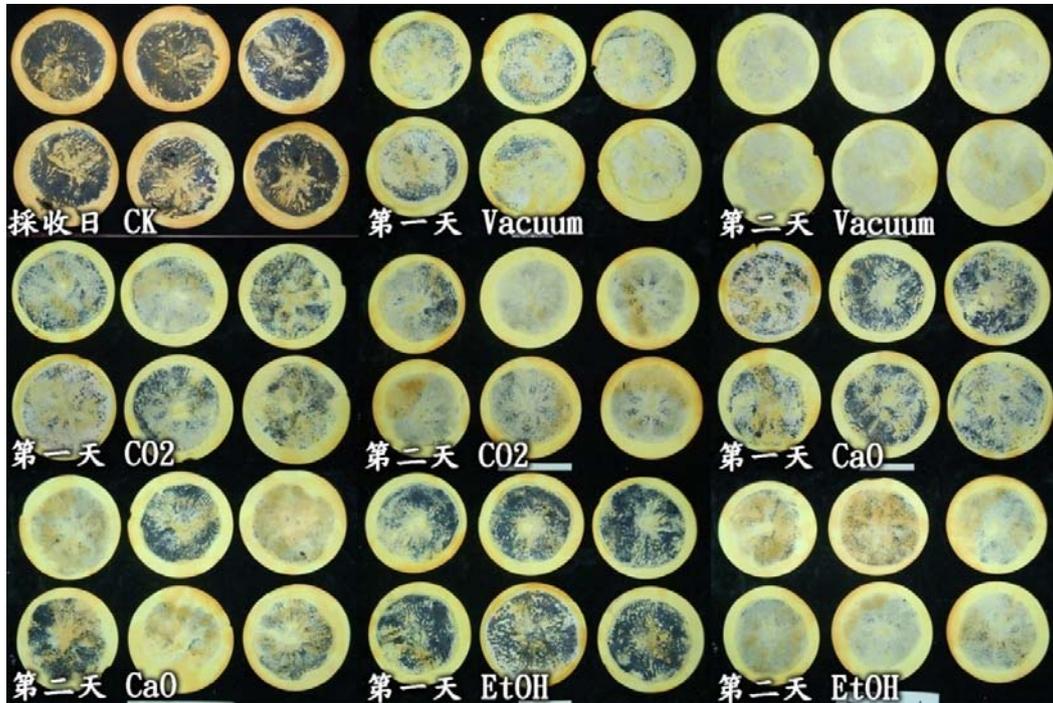


圖 1. 柿果不同脫澀方法處理時之單寧試紙反應

Fig. 1. Changes in tannin print of 'Bull Heart' persimmon fruit during astringency removing with different method.

表 1. 脫澀方法對牛心柿果實澀味之影響

Table 1. Changes in astringency index of 'Bull Heart' persimmon fruit during astringency removing with different method.

Treatments	Astringency index		
	1 ^z	2	3
CaOH	4.5 a ^y	2.7 a	1.3 a
EtOH	5.0 a	1.7 ab	1.0 a
CO ₂	3.0 b	2.3 ab	1.0 a
Vacuum	2.5 b	1.0 b	--

^zDays after treatment.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 2. 脫澀方法對牛心柿果實硬度之影響

Table 2. Changes in firmness of 'Bull Heart' persimmon fruit during astringency removing with different method.

Treatments	Firmness(N)		
	1 ^z	2	3
CaOH	49.6 a ^y	48.3 a	45.0 a
EtOH	40.7 b	44.4 a	42.0 ab
CO ₂	43.7 ab	39.1 b	39.7 b
Vacuum	49.6 a	44.0 a	--

^z Days after treatment.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 3. 脫澀方法對牛心柿果實全可溶性固形物之影響

Table 3. Changes in total soluble solid of 'Bull Heart' persimmon fruit during astringency removing with different method.

Treatments	Total soluble solid(°Brix)		
	1 ^z	2	3
CaOH	11.4 b ^y	11.6 a	11.3 a
EtOH	14.4 a	11.9 a	11.6 a
CO ₂	11.7 b	11.3 a	11.2 a
Vacuum	11.2 b	11.2 a	--

^z Days after treatment.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 4. 脫澀方法對牛心柿果皮 L 值之影響

Table 4. Effects of astringency removing method on L values of the peel color of 'Bull Heart' persimmon fruit.

Treatments	L values		
	1 ^z	2	3
CaOH	53.6 a ^y	59.7 a	56.9 a
EtOH	52.9 a	54.3 bc	53.2 b
CO ₂	54.7 a	53.5 c	55.6 ab
Vacuum	54.5 a	56.1 b	--

^z Days after treatment.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 5. 脫澀方法對牛心柿果皮 a 值之影響

Table 5. Effects of astringency removing method on a values of the peel color of 'Bull Heart' persimmon fruit.

Treatments	a values		
	1 ^z	2	3
CaOH	10.8 a ^y	7.9 a	9.0 a
EtOH	10.8 a	11.1 a	10.1 a
CO ₂	8.7 a	10.5 a	9.2 a
Vacuum	7.7 a	8.6 a	--

^zDays after treatment.

^yMean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 6. 脫澀方法對牛心柿果皮 b 值之影響

Table 6. Effects of astringency removing method on b values of the peel color of 'Bull Heart' persimmon fruit

Treatments	b values		
	1 ^z	2	3
CaOH	58.8 a ^y	39.6 b	48.1 a
EtOH	57.0 a	55.9 a	48.0 a
CO ₂	52.3 a	50.6 a	56.6 a
Vacuum	57.1 a	51.2 a	--

^zDays after treatment.

^yMean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 7. 脫澀方法對牛心柿果肉 L 值之影響

Table 7. Effects of astringency removing methods on L values of the pulp color of 'Bull Heart' persimmon fruit.

Treatments	L values		
	1 ^z	2	3
CaOH	54.27 ab ^y	60.62 a	55.41 a
EtOH	56.76 a	60.61 a	57.59 a
CO ₂	53.87 b	59.93 a	52.97 b
Vacuum	55.80 ab	59.11 a	--

^zDays after treatment.

^yMean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 8. 脫澀方法對牛心柿果肉 a 值之影響

Table 8. Effects of astringency removing method on a values of the pulp color of persimmon fruit.

Treatments	a values		
	1 ^z	2	3
CaOH	7.43 a ^y	6.22 a	6.22 a
EtOH	5.59 b	6.58 a	6.12 a
CO ₂	6.95 a	5.90 a	5.58 a
Vacuum	5.71 b	6.20 a	--

^zDays after treatment.^yMean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 9. 脫澀方法對牛心柿果肉 b 值之影響

Table 9. Effects of astringency removing method on b values of the pulp color of persimmon fruit.

Treatments	b values		
	1 ^z	2	3
CaOH	32.21 a ^y	30.67 a	31.26 a
EtOH	31.12 a	30.90 a	32.06 a
CO ₂	32.01 a	30.98 a	31.53 a
Vacuum	30.00 a	31.76 a	--

^zDays after treatment.^yMean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

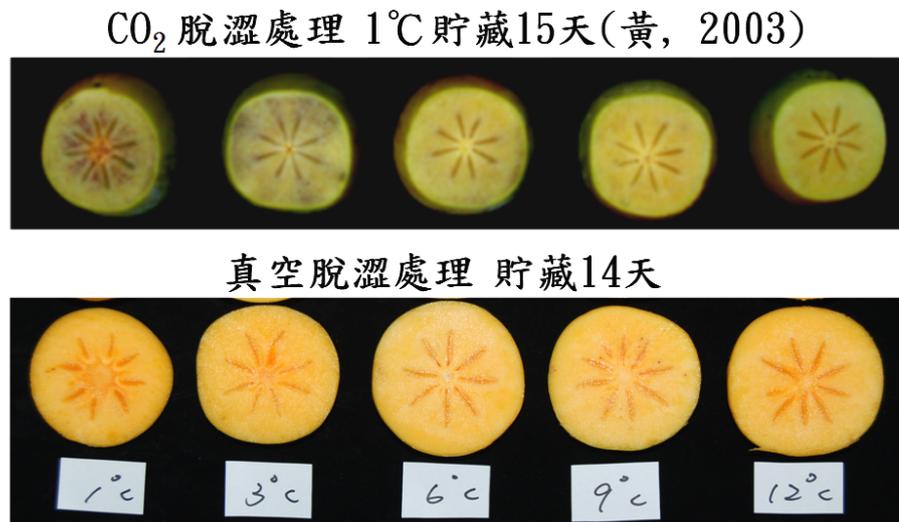


圖 2. 柿果不同脫澀方法處理時之褐化現象

Fig. 2. Changes in browning of 'Bull Heart' persimmon fruit during astringency removing with different method.

討 論

‘牛心柿’是本省主要澀柿的品種之一，採收後必須經過脫澀處理才具有商品價值，一般消費習慣將其製成「硬柿」或「脆柿」來進行販售。‘牛心柿’的產期集中在9月上旬至11月上旬，因此延長販售期是重要課題之一。未經脫澀的柿果在1°C下可貯藏3個月，果肉仍未發生異狀(鄭,2001)。

一般認為脫澀是將可溶性單寧聚合成不可溶性單寧，此現象可由可溶性單寧與單寧試紙中的鐵離子作用後所呈現黑色部分減少或測量果肉中可溶性單寧濃度下降得知(圖 1)。鄒氏(2002)指出，‘牛心柿’不同脫澀處理後第2日幾乎脫澀完成，並以二氧化碳脫澀處理之可溶性單寧含量下降速率最快；馮氏(2000)指出‘牛心柿’以酒精與石灰水脫澀處理後第2天已可食用；傅氏(1994)則指出二氧化碳脫澀處理可使柿果在1日內完成脫澀。本試驗中觀察不同脫澀方法期間可溶性單寧濃度下降速率可發現，以酒精、二氧化碳、石灰懸浮液浸漬及真空包裝脫澀處理，在所有的脫澀處理中，以真空包裝處理脫澀效果最快(脫澀指數 2.5)，其次為二氧化碳脫澀(脫澀指數 3.0)，皆在處理後第一天就可以看到脫澀指數下降，在脫澀處理後第二天，真空處理脫澀已經完全脫澀(指數下降到 1)，而在酒精脫澀處理也有良好的效果(指數 1.67)，在脫澀處理第三天後，各處理組皆完全脫澀。

柿果最佳的品質是在更年期前期(preclimacteric stage)，果肉橙黃色時，當更年期開始果實便會快速軟化，而失去商品價值(Harima *et al.*, 2003)；在不同溫度下，柿果的軟化速度

亦不同，當果實達某一生理成熟時，果實便會快速軟化(Kato, 1987)。而果實在脫澀處理後的硬度為一重要指標，因為脫澀後硬度過低之果實，對於商業運輸及販售有不力之影響，本試驗測量脫澀方法對牛心柿果實硬度之影響，在脫澀過程中，皆可測得果肉硬度下降現象，在脫澀處理後在第一、二、三天，硬度最高皆為石灰懸浮液處理(49.6、48.31 及 44.98N)，其次為真空處理(49.6N、44.00N)及酒精處理(42.53、44.39 及 42.04 N)，最軟則為二氧化碳處理(42.33、39.10 及 39.69)。Fukushima 等人(1991)以 35%酒精處理'平核無'柿果發現，在酒精脫澀期間果肉之結合水(bound water)及滲透壓(osmotic pressure)皆會增加，偵測酒精可能直接參與脫澀作用。其假說是酒精處理時，會造成細胞壁多醣類(polysaccharides)的斷裂，細胞間的自由水參與水解作用，且與親水性之斷裂成分結合，造成滲透壓上升使水分外移，造成細胞之脫水(osmotic dehydration)而達到脫澀。

本試驗中不同脫澀方法對牛心柿果實全可溶性固形物之影響，在全可全可溶性固形物含量上，除了在第一天酒精處理組含量較高外(14.38°Brix)，其餘各天數及處理無顯著差異。傅氏(1994)指出，柿果經二氧化碳脫澀處理之後，柿果所含糖度降低，主要可能來自於可溶性單寧的干擾，因其對糖度計亦有折射作用；經脫澀處理後的柿果，可溶性單寧轉變為不溶性，而減少糖度計的折射，使糖度降低。推測單寧形式的轉變，可能是促成可溶性固形物下降的主因。

脫澀方法對牛心柿果皮顏色之影響，在果皮色差 L 值方面，在處理後第一天各處理並無顯著差異；在處理後第二天，以石灰懸浮液處理 L 值最高(59.67)，其次為真空脫澀處理(56.07)，而酒精及二氧化碳處理則相差不多(54.31 及 53.54)；在處理後第三天，也是以石灰懸浮液處理 L 值最高(56.86)，其次為二氧化碳處理(55.37)，最低為酒精處理(53.23)。在果皮 a 值上，在不同天數及各處理組無顯著差異。而在果皮 b 值上，則只有石灰懸浮液處理在第二天時有顯著低於其他各組的 b 值(39.62)。

脫澀方法對牛心柿果肉顏色之影響，在果皮 L 值方面，在處理後第一天，以酒精處理有最高的色差 L 值(56.76)，而二氧化碳處理有最低的 L 值(53.87)；在處理後第二天，各組間並無顯著差異；在處理後第三天，也是以石灰懸浮液及酒精處理 L 值最高(55.41 及 57.59)，最低為二氧化碳處理 (52.97)。在果皮 a 值上，在處理後第一天，石灰懸浮液及酒精處理組有較佳的 a 值(6.95 及 7.43)，其他不同天數及各處理組無顯著差異。而在果皮 b 值上，則不同天數及各處理組無顯著差異。

真空脫澀之機制為真空包裝使柿果處於無氧之環境下，當氧氣濃度低於 5kPa 或二氧化碳濃度高於 5kPa 時，會促進園產品進行無氧呼吸，而產生揮發性氣體(Beaudry, 1999)。在低氧與高二氧化碳環境下可降低園產品的呼吸作用，而呼吸作用由糖解與 TCA 循環的一連串反應所構成，其中糖解作用的產物丙酮酸(pyruvate)，在氧氣充足的環境下會轉變為乙醯輔酶 A(Acetyl CoA)而進行 TCA 循環來產生園產品代謝時所需的能量，但在缺氧狀態時則會轉而進行發酵作用(無氧呼吸)，會產生乙醛或乙醇等揮發性物質(Mathooko, 1996)。柿果在進行脫澀時，大多處於低氧或無氧的狀態下，使果實進行無氧呼吸而產生

乙醛與乙醇等揮發性氣體，進而促進果實脫澀作用的進行。

在本試驗中，不同脫澀處理的脫澀速度上，以真空脫澀最快，其次為二氧化碳脫澀及酒精脫澀，最遲則為石灰懸浮液。在脫澀處理之硬度及果皮顏色上，最高者為石灰懸浮液脫澀，推測原因為石灰懸浮液之脫澀效果較慢所造成。在真空脫澀處理‘牛心柿’果實上，脫澀速度為試驗中最快，在硬度及果皮顏色表現上皆優於酒精及二氧化碳脫澀處理，且在真空脫澀處理後之果實貯藏後不易產生褐化之情形，故真空包裝脫澀為一可行之脫澀方式。

參 考 文 獻

- 傅琦嫩。1994。柿果二氧化碳脫澀之生理變化及微細構造。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。83p。
- 馮詩蘋。2000。牛心柿不同脫澀方法之脫澀機制。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。105p。
- 鄒采蘋。2002。脫澀處理及貯藏溫度對柿果組成分之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。88p。
- 鄭雅凌。2001。柿果貯藏之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。126p。
- Beaudry, R. M. 1999. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biol. Tech.* 15: 293-303.
- Fukushima, T., T. Kitamura, H. Murayama, and T. Yoshida. 1991. Mechanisms of astringency removal by ethanol treatment in ‘Hiratanenashi’ kaki fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 60:685-694.
- Harima, S., R. Nakano, S. Yamauchi, Y. Kitano, Y. Yamamoto, A. Inaba and Y. Kubo. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvst. Biol. Tech.* 29: 319-324
- Ito, S. 1971. The persimmon. pp.281-302. In: A. C. Hulme (eds.), *The biochemistry of fruits and their product*. Vol.2. Academic. Press. New York and London.
- Kato, K. 1987. Astringency removal and ripening as related to temperature during the de-astringency by ethanol in persimmon fruits. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 55:498-509.

Feasibility of Vacuum Packaging Destringency in Removal of 'Bull Heart' Persimmon(*Diospyros kaki* L.) Astringency.

Fong-Jhen Chu¹⁾ Ching-Chang Shiesh²⁾

Key words : 'Bull Heart' Persimmon, Removal of astringency, Vacuum packaging.

Summary

The objective of these experiments was to investigate whether vacuum packaging facilitates the destringency of 'Bull Heart' persimmons. Among the different treatments, vacuum method showed the fastest destringency rate, followed by carbon dioxide and alcohol. Destringency by calcium carbonate suspension was the slowest caused by the longer time CaCO₃ took to remove astringency. However, the fruits treated with vacuum packaging methods showed the highest fruit firmness and best peel color. In contrast, vacuum destringency not only had the highest destringency rate but also preserved the quality of persimmons better than the groups treated with carbon dioxide or alcohol. As a result, the vacuum method is the ideal way to remove astringency.

1) Graduate Student in MS. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.
Corresponding author.

