

台灣原生山櫻花 (*Prunus campanulata* Maxim.) 大果種原之選拔¹

宋家瑋² 陸明德² 歐錫坤^{2,3}

摘 要

宋家瑋、陸明德、歐錫坤。2007。台灣原生山櫻花 (*Prunus campanulata* Maxim.) 大果種原之選拔。台灣農業研究 56:289-297。

台灣原生山櫻花所結果實鮮紅美麗，卻偏小苦澀，僅供觀賞櫻花，果實經濟價值不高。本研究目的主要採取野外種原選拔來改進山櫻花的果實大小與提升經濟效益。於結果期間赴阿里山、霧社、南庄、烏來與陽明山等地進行選拔優良大果山櫻花單株，各地單株果重平均變異範圍為 0.36-1.33 g；果肉變化率為 63.8-86.1%；可溶性固形物變化範圍為 7.4-19.0 °Brix；可滴定酸度變化範圍為 0.52-3.00%。已初選 8 個優良單株，將進一步評估與利用。

關鍵詞：山櫻花、田間選拔、果實性狀。

前 言

台灣產李亞科 (Prunoideae) 植物以山櫻花 (*Prunus campanulata* Maxim.) 最為常見，主要分布於中國南部、琉球、日本及越南，台灣的山櫻花生長與分布遍及台灣海拔 300-2,000 m 間的闊葉林林中，開花及果實成熟時極具觀賞價值，在台北陽明山、新竹、苗栗、南投、屏東及台東等廣為栽植。據台灣維管束植物簡誌 (Liu *et al.* 2000) 的描述：山櫻花屬於落葉喬木，可高至 10 m 以上；葉倒卵形至長橢圓狀橢圓形，先端漸尖，密重鋸齒緣、光滑；花先葉開放，花單生或數朵簇生於葉腋，下垂，花瓣卵圓形共 5 片，緋紅色 (Red purple)，微凹；果實卵形，紅色，長 1.5 cm。山櫻花在自然界中經長期演化，產生了不少變種，最著名的就是重瓣山櫻花 (*P. campanulata* Maxim. cv. polypetalous)，重瓣種不會結種子。此外尚有紅色濃淡不同的諸多變異，花期早晚，以及需冷量 (chilling requirement) 高低不同的單株出現 (Ou & Chen 2002)。在台灣山櫻花為一理想的平地與淺山坡地木本觀賞植物，果實經濟價值不高，若能從不同地區的種原進行果實性狀調查，篩選大果、低酸、質優、低需冷量的理想單株加以繁殖推廣，使其兼具觀賞與食用價值，將可提升此一台灣原植物的經濟效益，是為本試驗研究的主要目的。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2299 號。接受日期：96 年 10 月 3 日。
2. 本所作物組助理研究員、約聘助理及研究員兼組長。台灣 台中縣。
3. 通訊作者，電子郵件：skou@wufeng.tari.gov.tw；傳真：(04)23399544。

材料與方法

山櫻花大果種原單株選拔

於阿里山、霧社、南庄、烏來、陽明山等地區進行實生山櫻花單株選拔，於花期開始標示早花單株，當結果期果實約 8-9 分熟時採收，並計算果實發育日數（從盛花期至果實採收間的日數）。以株為單位，收集後調查 50 粒果實單粒果重、種子重、果肉率（果重－種子重／果重×100%），以攜帶式色差計（Colorimeter NF-333, Japan）於赤道部位測定果皮顏色，果皮顏色以 Lab 表色法（即 Uniform Lightness Chromaticness Scale）表示，取其平均值。可溶性固形物以 Atago 數字型糖度計測定，可滴定酸度測定以蘋果酸滴定為計算標準，每一單株果實分三批測定糖、酸度，但少數單株果實數目不足 50 粒者，則未測定可溶性固形物及酸度。

阿里山地區於台 18 公路沿線進行調查，於 93 年 1 月上旬調查早花單株，4 月中、下旬採收果實，調查果重、種子重與果肉率，共 39 株。烏來地區於 93 至 95 年 1 月下旬調查早花單株，於 93 年 3 月下旬至 4 月中旬、94 年 4 月下旬、95 年 3 月中下旬前往西羅岸路與環山路收集山櫻花的果實，三年累計採收 59 株。陽明山地區於 94 年 4 月上旬於台北市政府建設局菁山苗圃收集山櫻花果實；95 年 1 月下旬調查單株開花早晚，3 月下旬、4 月上旬於北投區大屯里復興三路、菁山苗圃收集山櫻花果實，兩年共計採收 35 株。霧社地區於台 14 埔霧公路沿線與仁愛國中校內進行調查，94 年 1 月下旬調查開花情形，3 月下旬採收果實；95 年 1 月下旬調查開花情形，3 月中、下旬採收果實，兩年累計採收 41 株。南庄地區於縣道 124 沿路進行調查，94 年 1 月下旬調查開花情形，3 月下旬採收果實；95 年於 1 月下旬調查開花情形，3 月中旬至 4 月上旬採收果實，兩年共計採收 46 株。

結 果

各地區果實發育日數調查

陽明山地區山櫻花 95 年的盛花期約在 1 月 31 日至 2 月 23 日，果實採收日期為 3 月 24 日至 4 月 22 日，果實發育日數為 52 至 66 天。烏來地區西羅岸路盛花期約在 1 月 10 日至 2 月 2 日，果實於 3 月 18 日至 3 月 25 日成熟，果實發育日數為 44-74 天。霧社地區盛花期約在 1 月 25 日至 2 月 16 日，果實於 3 月 16 日與 23 日採收，果實發育日數為 50-57 天。南庄地區盛花期在 1 月 24 日至 2 月 24 日，採收日期為 3 月 17 日，果實發育日數為 47-57 天（表 1）。綜合上述資料，顯示台灣山櫻花種原果實於花後 44-74 天成熟。

表 1. 2006 年台灣不同地區山櫻花的開花結果性狀調查

Table 1. The phenological periods of *Prunus campanulata* located in different regions of Taiwan in 2006

Location	Full bloom	Fruit harvest	FDP ^z (days)
Yangmingshan	1/31-2/23	3/24-4/22	52-66
Wulai	1/10-2/2	3/18-3/25	44-74
Nanjhuang	1/24-2/24	3/17-4/12	47-57
Wushe	1/25-2/16	3/16-3/23	50-57

^z FDP (Fruit development period): from full bloom to first commercial harvest.

山櫻花大果種原選拔

93 至 95 年間從台灣不同地區所調查的山櫻花植株共有 220 株，其性狀調查結果詳如表 2，平均果重以北部陽明山地區最高達 0.84 g，中部霧社地區最輕為 0.56 g。烏來地區採集的果實為最大達 1.84 g，最小果的單株來自霧社僅 0.18 g。以阿里山地區和陽明山地區所採集的平均種子重為最高達 0.16 g，霧社地區最輕為 0.12 g。阿里山地區平均果重並不高，但種子重卻最重，故其果肉率為最低僅 73.7%。各地區果實長度平均在 11.1-12.1 mm 之間，寬度則在 8.7-10.2 mm 之間。果皮 L 值（亮度）介於 25.29-28.24 之間，a 值（紅色）介於 11.51-17.09 之間；b 值（黃色）介於 5.58-9.17 之間，由這些數據顯示，霧社地區山櫻花果皮亮度最高，黃色成分亦較高；陽明山地區果皮亮度較暗，黃色成分最少。可溶性固形物介於 10.7-12.9 °Brix 之間，不同地區相差 2.2 °Brix 之多。5 個不同地區可滴定酸度的範圍為 1.1-1.7%，相差 0.6%（表 2）。

台灣 5 個不同地區，93 至 95 年共調查 220 株山櫻花果實，據調查結果平均果重範圍為 0.21-1.40 g 之間，將果重每 0.2 g 分為一個等級，共分為 7 個級距，以推算各地區果實重量的分布頻率，結果顯示，級距最大 1.21-1.40 g 的大果山櫻花出現在烏來與陽明山兩地，分布頻率為 1.4%；分布最頻繁的為果重 0.61-0.80 g 與 0.81-1.00 g 兩等級，頻率各為 36.4%。最小果等級的分布頻率為 0.5%出現在南庄地區（表 3）。

94 至 95 年間調查總株數 158 株，將每株最大果重逐一調查統計分布比率，結果顯示其分布範圍為 0.21-2.00 g 之間，以果重級距 0.61-0.80 g 的分布比率 31.0%為最高，果重 ≥ 1.41 g 以上所佔的分布比率共計 3.8%。果重 < 0.60 g 以下的分布比率為 10.1%（表 4）。

至於最小果重的分布範圍較窄，在 1.2 g 以下，可分為 6 個級距，以級距 0.41-0.60 g 的 46.2% 分布比率佔最多數。0.40 g 以下的分布比率約 21%。果重 1 g 以上的分布比率僅 0.6%（表 5）。

果肉率調查所得範圍約在 60-90%之間，若將每 5%分為一等級，以探討 5 個不同地區的果肉率高低分布比率，結果顯示各地區果肉率以級距 76-80%的比率分布最多達 39.5%，86-90%級距的分布比率 1.4%為最低（表 6）。

在果實品質分析方面，有 7 個單株樣品所採果實不足，不進行果品分析外，可溶性固形物的分布範圍在 3.0-19.0 °Brix 之間，若以每 2 °Brix 為一級距，可分為 8 個等級，由統計結果顯示分布比率以 11.1-13.0 °Brix 之級距為最高，達 32.5%，可溶性固形物達 17.1-19.0 °Brix 最高等級的分布頻率達 5.3%，在 7.0 °Brix 以下者共有 3.3%（表 7）。

果實可滴定酸度的分布範圍在 3.0%以下，每 0.5%為一等級可分為 6 等級。分布最廣泛的級距為 1.01-1.50%，達 39.0%。最高酸度等級為 2.51-至 3.00%也有 4.8%的分布，酸度低於 1.0%的分布比率共達 32.9%（表 8）。

各不同地區採集的山櫻花果實，根據單株平均果重、最大果重、果肉率、可溶性固形物及可滴定酸等特性好壞綜合評估並篩選優選山櫻花植株，每個地區以選拔 2 株為原則，選拔結果如表 9。

討 論

山櫻花果實成熟期的早晚

陽明山、烏來、南庄、霧社等地區山櫻花的盛花期約在 1 月上旬至 2 月下旬，果實採收期約在 3 月中旬至 4 月下旬，果實發育日數約 44-74 天（表 1），據此可將山櫻花果實成熟期的早晚概分為早、中、晚三期，早熟單株果實發育日數約 45 天，中熟單株果實發育日數約 60 天，晚熟單株果實發育日數約 75 天。

表 2. 台灣各地區山櫻花果實性狀調查

Table 2. Fruit characteristics of *Prunus campanulata* located in different regions of Taiwan

Location	No. of trees	Fruit weight (g)	Max. fruit weight (g)	Min. fruit weight (g)	Seed weight (g)	Flesh Propor-tion (%)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit skin color			Soluble solids (°Brix)	Acidity (%) ^z
									L	A	b		
Yangmingshan	35	0.84	1.77	0.43	0.16	80.1	12.1	10.2	25.29	11.51	5.58	10.7	1.1
Wulai	59	0.72	1.84	0.28	0.14	80.1	11.7	10.2	25.91	12.52	6.25	12.9	1.7
Nanjhuang	46	0.67	1.65	0.22	0.14	78.1	11.7	9.6	27.41	17.09	8.73	11.8	1.2
Wushe	41	0.56	1.16	0.18	0.12	78.2	11.1	8.7	28.24	12.67	9.17	12.6	1.3
Alishan	39	0.60	0.86	0.30	0.16	73.7	—	—	—	—	—	—	—

^z Acidity is calculated as percent of malic acid.

表 3. 台灣不同地區單株山櫻花果實平均重量分布頻率

Table 3. Frequency distribution of mean fruit weight of *Prunus campanulata* trees located in different regions of Taiwan

Mean fruit weight ^z (g)	Yangmingshan	Wulai	Nanjhuang	Wushe	Alishan	Sum	Frequency (%)
0.21-0.40	0	0	1	0	0	1	0.5
0.41-0.60	1	2	17	5	5	30	13.6
0.61-0.80	15	14	17	22	12	80	36.4
0.81-1.00	15	24	9	12	20	80	36.4
1.01-1.20	3	17	2	2	2	26	11.8
1.21-1.40	1	2	0	0	0	3	1.4
Sum	35	59	46	41	39	220	100.0

^z Data were divided into 6 classes between 0.21 to 1.40 g, and width of each class is 0.20 g.

表 4. 台灣不同地區單株山櫻花最大果重分布頻率

Table 4. Frequency distribution of maximum fruit weight of *Prunus campanulata* trees located in different regions of Taiwan

Mean fruit weight ^z (g)	Yangmingshan	Wulai	Nanjhuang	Wushe	Sum	Frequency (%)
0.21-0.40	0	0	0	1	1	0.6
0.41-0.60	0	2	4	9	15	9.5
0.61-0.80	2	6	22	19	49	31.0
0.81-1.00	16	13	10	6	45	28.5
1.01-1.20	9	8	8	6	31	19.6
1.21-1.40	6	4	1	0	11	7.0
1.41-1.60	1	1	0	0	2	1.3
1.61-1.80	1	1	1	0	3	1.9
1.81-2.00	0	1	0	0	1	0.6
Sum	35	36	46	41	158	100.0

^z Data were divided into 9 classes between 0.21 to 2.00 g, and width of each class is 0.20 g.

表 5. 台灣不同地區單株山櫻花最小果重分布頻率

Table 5. Frequency distribution of minimum fruit weight of *Prunus campanulata* trees located in different regions of Taiwan

Mean fruit weight ^z (g)	Yangmingshan	Wulai	Nanjhuang	Wushe	Sum	Frequency (%)
0.00-0.20	0	0	0	2	2	1.3
0.21-0.40	0	5	8	18	31	19.6
0.41-0.60	15	14	26	18	73	46.2
0.61-0.80	14	15	8	3	40	25.3
0.81-1.00	6	1	4	0	11	7.0
1.01-1.20	0	1	0	0	1	0.6
Sum	35	36	46	41	158	100.0

^z Data were divided into 6 classes between 0 to 1.20 g, and width of each class is 0.2 g.

表 6. 台灣不同地區單株山櫻花果實平均果肉率分布頻率

Table 6. Frequency distribution of fruit flesh proportion of *Prunus campanulata* trees located in different regions of Taiwan

Flesh proportion ^z (%)	Yangming shan	Wulai	Nanjhuang	Wushe	Alishan	Sum	Frequency (%)
60.0-65.0	0	0	1	1	2	4	1.8
65.1-70.0	0	0	2	0	6	8	3.6
70.1-75.0	2	4	7	8	15	36	16.4
75.1-80.0	17	22	18	16	14	87	39.5
80.1-85.0	16	31	17	16	2	82	37.3
85.1-90.0	0	2	1	0	0	3	1.4
Sum	35	59	46	41	39	220	100.0

^z Data were divided into 6 classes between 60 to 90%, and width of each class is 5%.

表 7. 94-95 年台灣不同地區單株山櫻花果實平均可溶性固形物分布頻率

Table 7. Frequency distribution of soluble solids of *Prunus campanulata* trees located in different regions of Taiwan in 2005 to 2006

Soluble solids ^z (°Brix)	Yangmingshan	Wulai	Nanjhuang	Wushe	Sum	Frequency (%)
3.0-5.0	0	0	1	1	2	1.3
5.1-7.0	2	0	0	1	3	2.0
7.1-9.0	9	0	3	4	16	10.6
9.1-11.0	13	2	12	5	32	21.2
11.1-13.0	4	22	14	9	49	32.5
13.1-15.0	2	8	6	10	26	17.2
15.1-17.0	2	4	2	7	15	9.9
17.1-19.0	3	0	2	3	8	5.3
Sum	35	36	40	40	151	100.0

^z Data were divided into 8 classes between 3.0 to 19.0 °Brix, and width of each class is 2 °Brix.

表 8. 台灣不同地區單株山櫻花果實平均可滴定酸度分布頻率

Table 8. Frequency distribution of titratable acid of *Prunus campanulata* trees located in different regions of Taiwan

Titratable Acid ^z (%)						Sum	Frequency (%)
	Yangmingshan	Wulai	Nanjhuang	Wushe			
0.00-0.50	2	0	0	0	2	1.4	
0.51-1.00	12	5	14	15	46	31.5	
1.01-1.50	16	13	15	13	57	39.0	
1.51-2.00	5	9	7	6	27	18.5	
2.01-2.50	0	4	2	1	7	4.8	
2.51-3.00	0	4	0	3	7	4.8	
Sum	35	35	38	38	146	100.0	

^z Acidity is calculated as percent of malic acid. Data were divided into 6 classes between 0 to 3%, and width of each class is 0.5%.

表 9. 台灣不同地區優選山櫻花果實特性調查

Table 9. Fruit characteristics of good selections of *Prunus campanulata* in different regions of Taiwan

Location	No. of trees	Fruit weight (g)	Max fruit weight (g)	Min fruit weight (g)	Seed Weight (g)	Flesh proportion (%)	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit skin color			Soluble solids (°Brix)	Acidity (%) ^z
									L	A	b		
Yangmingshan	Y-20	1.2	1.4	0.9	0.2	83.3	13.4	11.4	22.7	3.6	1.5	17.1	0.9
	Y-23	0.8	1.0	0.7	0.2	78.5	12.7	10.2	22.8	0.7	0.5	19.0	0.6
Wulai	WL-7	1.3	1.4	1.1	0.2	80.8	14.3	12.2	20.4	7.8	3.0	15.1	0.9
	WL-23	0.9	1.8	0.6	0.2	78.0	12.1	11.0	21.9	4.3	1.0	13.2	2.5
Nanjhuang	N-3	1.0	1.2	0.8	0.2	81.3	13.1	10.7	20.3	2.9	1.2	17.7	0.6
	N-22	1.0	1.2	0.9	0.1	86.1	12.4	11.0	23.1	12.9	5.1	18.5	0.7
Wushe	W-22	1.0	1.2	0.7	0.2	83.4	11.3	9.9	21.4	1.7	0.8	16.8	0.6
	W-25	0.6	0.8	0.5	0.1	81.7	9.1	7.8	21.5	2.7	0.8	17.2	0.5

^z Acidity is calculated as percent of malic acid.

山櫻花不同海拔分布與適地適種

93 年赴阿里山順著台 18 公路(海拔 1,800 m 以上)沿線調查早花山櫻花植株的花期與結果期, 此後因考慮到海拔高度與需冷量多寡間的相互關係 (Ou & Song 1999; Ou *et al.* 2000), 據現有模式推估, 其需冷量約為 760 小時左右, 而平地山櫻花的需冷量僅為 190 小時而已 (Ou & Chen 2002)。因此將來若篩選到大果山櫻花的單株, 勢必不適宜至中、低海拔或平地等地區繁殖推廣, 因此 94 年以後便終止再去阿里山調查山櫻花大果種原。以期選拔的單株能適合中、低海拔能開花為主要目標。

優質山櫻花的選拔條件

山櫻花果實特性調查包括果重、果實長與寬、種子重、果肉率、果皮的彩度與亮度、可溶性固形物含量以及可滴定酸等。因此各不同地區質優大果山櫻花的決選, 以大果、高可溶性固形物與低酸, 三大特性為主要考量條件, 其他特性較次要, 考量未來育種規模與優選品系保存問題, 每一地區選拔 2 單株, 以為大果山櫻花的優選株系 (詳見表 9)。8 個優選單株將進一步評估與利用, 而以烏來 WL-7 之綜合果實性狀較優越 (圖 1)。

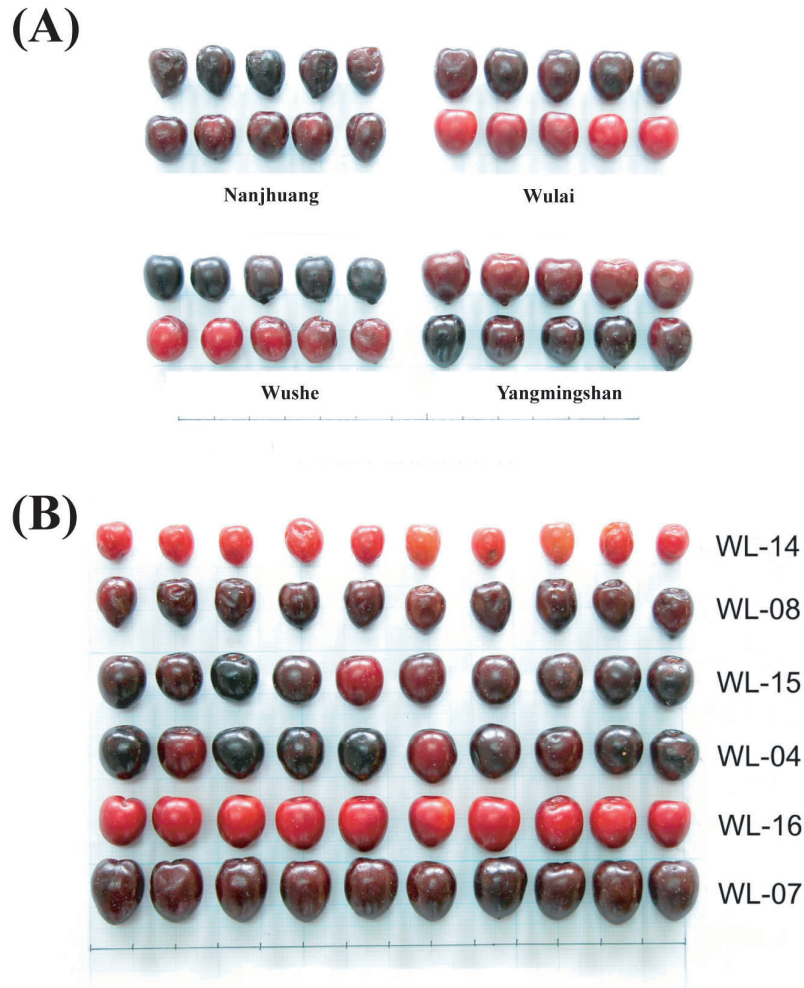


圖 1. 2006 年台灣低海拔地區所採收山櫻花果實之比較。(A)各地區採收山櫻花果實特性 (B)烏來地區單株果實，果重範圍介於 0.40 g (WL-14) 至 1.26 g (WL-7)。圖下方比例尺每刻度代表 1 cm。

Fig. 1. Fruit characteristics of *Prunus campanulata* collected from lowland regions of Taiwan in 2006.

(A) Four main distribution areas in Taiwan. (B) Fruit of individual trees in Wulai. Average fruit weight range from 0.40 g (WL-14) to 1.26 g (WL-7). Scale below shows 1cm in actual length.

山櫻花與甜櫻桃果實特性比較

Joublan 等人 (2005) 在智利南方評估 19 世紀初至中期德國殖民地開拓者所留下的甜櫻桃種原，其果重變化範圍為 3.6-8.3 g、果實腎臟形、果梗長 3.6-5.7 cm。可溶性固形物分布範圍 11.7-28.8 °Brix，果肉淡黃色，少數紫色。果皮顏色變化從紅色至深紅色。其甜櫻桃種源果重約為山櫻花的 7-10 倍，可溶性固形物為 1.5 倍。在加拿大 Pacific Agri-Food Research Center 所保存的甜櫻桃栽培種，果實重量更達 9.2-11.3 g，可溶性固形物分布範圍 16.7-20.1 °Brix (Kappwl 2005)。山櫻花果實與其相較更覺渺小；但可溶性固形物含量差異較小。因此山櫻花與甜櫻桃若能進行屬間雜交，果實大小的改善潛力很大。

美國密西根大學的酸櫻桃育種計畫，優選品系可滴定酸範圍為 1.48-1.59% (Iezzoni *et al.* 2005)。在德國酸櫻桃優選品係可滴定酸的範圍約在 1.6-2.1% (Schuster & Wolfram 2005)。土耳其所選品系的酸度範圍 2.1-2.6% (Burak & Erbil 2006)。與山櫻花 0.52-3.00%的範圍相較，顯示出山櫻花有高酸與低酸的種源存在。

誌 謝

本研究承蒙林務局 92 至 94 年經費支持，劉明穗小姐、李淑敏小姐協助果品分析與文書處理，技工林海生先生、劉慶良先生、陳耿信先生協助調查與取樣，特表謝忱。

引用文獻 (Literature cited)

- Burak, M., Y. Erbil, and K. Kaynas. 2005. Clonal selection of 'Kutahya' sour cherry. *Acta Hort.* 667:159-164.
- Iezzoni, A. F., A. M. Sebolt, and D. Wang. 2005. Sour cherry breeding program at Michigan State University. *Acta Hort.* 667:131-134.
- Joublan, J. P., H. Serri, and J. Ocampo. 2005. Evaluation of sweet cheery germplasm in Southern Chile. *Acta Hort.* 667:69-74.
- Kappwl, F. 2005. New sweet cherry cultivars from Pacific Agri-Food Research Center (Summerland). *Acta Hort.* 667:53-57.
- Liu, H. Y., Y. P. Yang, S. Y. Lu, and B. L. Shih, eds. 2000. *Manual of Taiwan Vascular Plants (III)*. Council of Agriculture Pub. Taipei. 392 pp. (in Chinese)
- Ou, S. K., and C. C. Chen. 2002. Chilling Requirement for native *Prunus campanulata* Maxim. in Taiwan. *J. Agric. Res. China* 51(1):25-32. (in Chinese with English abstract)
- Ou, S. K., and C. W. Song. 1999. Performance of low-chill peaches in low-chill area of Taiwan. *J. Chinese Soc. Hort. Sci* 45(4):317-326. (in Chinese with English abstract)
- Ou, S. K., M. F. Hwang, C. P. Li, S. J. Lu, and C. W. Song. 2000. The relationship between cultivar's chilling requirement and planting altitudes of peaches. *J. Agric. Res. China* 49(3):46-53. (in Chinese with English abstract)
- Schuster, M., and B. Wolfram. 2005. Sour cherry breeding at Dresden-Pillnitz. *Acta Hort.* 667:127-130.

Selection for Large Fruit of *Prunus campanulata* Maxim. Germplasm in Taiwan¹

Chia-Wei Song², Ming-Te Lu² and Shyi-Kuan Ou^{2,3}

Abstract

Song, C. W., M. T. Lu, and S. K. Ou. 2007. Selection for large fruit of *Prunus campanulata* Maxim. germplasm in Taiwan. *J. Taiwan Agric. Res.* 56:289-297.

Prunus campanulata Maxim. is one of the native plants in Taiwan. The attractive fruits are red, small and astringent. It was only used for ornamental planting with low edible value. The objectives of this research are to improve the fruit size and economic value of *P. campanulata* Maxim. by natural field selection. Field selections were conducted at fruiting period in five lowland regions. Average fruit weight for 220 sampling trees ranged for 0.36 to 1.33 g, 63.8% to 86.1% for flesh proportion, 7.4 to 19.0 °Brix for total soluble solid, and 0.5 to 3.0% for titratable acidity. Eight good selections were under evaluation and utilization.

Key words: *Prunus campanulata* Maxim., Field selection, Fruit characteristics.

1. Contribution No.2299 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted:October 3, 2007.
2. Assistant Horticulturist, Assistant, and Senior Horticulturist, respectively, Crop Science Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail:skou@wufeng.tari.gov.tw; Fax:(04)23399544.