草莓採收成熟度與包裝貯運之改進

蔡敏嘉、邱發祥

桃園區農業改良場副研究員、研究員兼主任

摘　　要

草莓開花至成熟期之長短依開花期之早晚而異：第一期花需43天，第二期花需37天，第三期花需30天，第四期花只需20天。成熟度依果皮著色程度判定，草莓採收後之劣變、失重、損耗受採收前田間溫度之影響甚大。草莓畦面因覆蓋塑膠布，在上午9時以後溫度可達30－45℃，8分熟果極易受到田間熱(尤其塑膠布)之灼傷，因此在上午9時前採收較爲適當(陰天除外)。草莓採收及貯運時應避免人爲或機械傷害並及時分級。採用單層包裝材料可免壓傷，在室溫可保持3－5天或低溫貯存8－10天仍可維持鮮度。

草莓單層小盒包裝規格爲25cm×17cm×4.5cm，容量600ｇ；每5小盒捆成一件，共同運銷。小盒草莓售價比3公斤裝大盒草莓增加每公斤28.5元。80年期小包裝運銷量約爲大包裝的18.41％。但售價總金額約爲33.42％。因小包裝減少損耗，甚受承銷商歡迎。

前　　言

本省草莓栽培面積400多公頃，年產量4,500公噸，除10～20％爲加工原料作果汁、果醬之用以及一部份作爲觀光果園供遊客自採外，大部份以鮮果運銷。草莓爲極不耐貯運之漿果類，而鮮果之銷售又必須藉農民團体如農會、青果合作社或廠商辦理共同運銷。近年來政府推行試用小包裝改進品質。共同運銷過程中從採收到分級包裝之作業處理人員，常對採收後處理知識較缺乏，以致少數共同運銷之草莓銷售到消費者手中時已發霉或腐爛。本研究擬就草莓採收成熟度、時間、預冷，包裝、貯藏等改進，探討最適採收期，採收時間，各項處理之時間及溫度以期延長草莓貯存壽命，提高品質，增加農民收益。

材料及方法

一、供試材料：「桃園一號」(俗稱豐香)草莓。

二、試驗方法與步驟

1. 果實生育調查：大湖地區草莓栽培大部份於每年9月中下旬定植，10月上旬起開花。

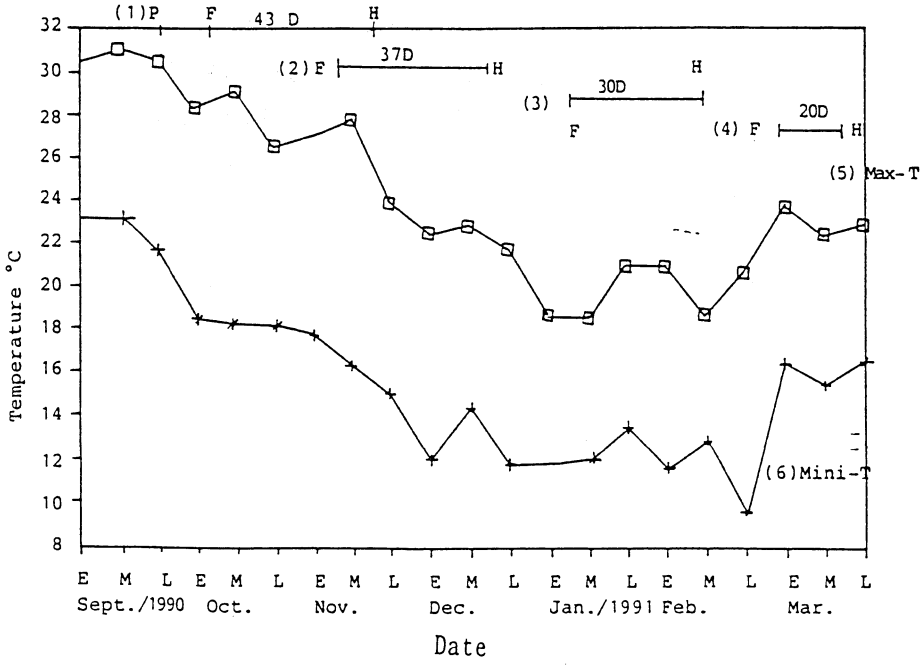
爲調查不同時期開花到成熟採收之時間，自開花當天進行田間掛牌，標示日期，配合田間溫度記錄，逢機取樣不同採收果期，與不同熟度草莓測試糖度、硬度。

2. 果色及成熟度判定：草莓因受未成熟前日照不同之影響，果實著色較不均勻，不易判斷成熟度。本調查依果農採果繳交農會、青果合作社或契約廠商共同運銷時之果色判別經驗判斷各種不同成熟度，並以6、7、8、9、10分等表示之。
3. 糖度：榨取果汁以手掌式屈折計(Hand refractometer)測試。
4. 硬度：以Fruit tester 直徑0.8cm之測壓接頭量測。
5. 食味口感香氣判定：以官能品評(Organoleplic evaluation)方式爲之。
6. 不同採收時間：分上午6-8、8-10、10-12時三種不同採摘時段，並記錄一日中草莓田間畦面溫度變化。
7. 預冷及貯藏處理：不同時間採收之草莓經過小包裝後，隨即放置組合式冷藏庫中預冷(室冷)，以探針溫度計測試降溫至5℃時取出，分別置於一般貨架(室溫另行記錄)，5℃模擬超市貨架，調查不同存放日數及腐敗、色澤、外觀、果實減重等。
8. 調查79至80年期大湖地區農會各月別及小包裝、大包裝別共同運銷之數量及價格來作比較。

結果與討論

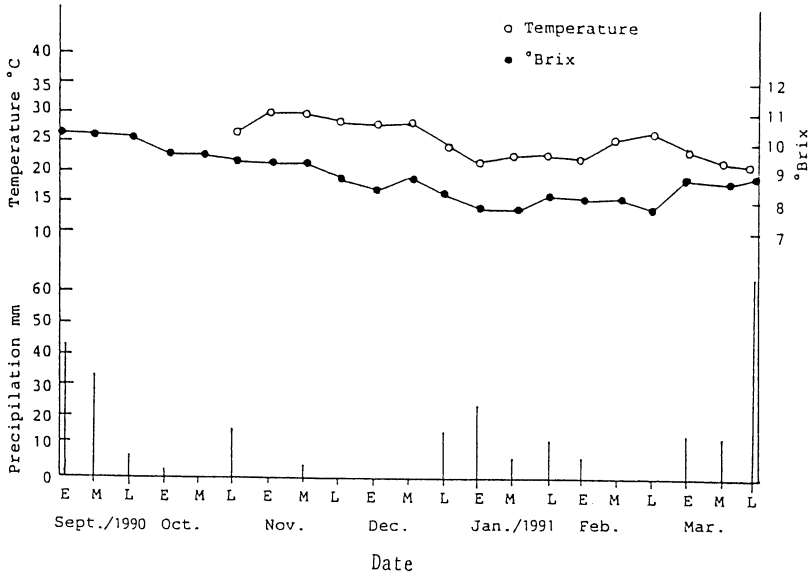
一、草莓果實生育調查

1. 草莓第一期果實自10月4日開花至11月16日採果生長期日數43天；第二期11月6日開花至12月13日採果，生長期日數37天；第三期1月5日開花至2月5日採果，生長期日數30天；第四期2月24日開花至3月15日採果，果實生長期20天。
2. 草莓果實生長期長短及糖度與氣溫之關係：草莓開花時喜冷涼且日照充足之氣候，花芽分化溫度15-24℃之間，果實肥大時日溫20-24℃及夜溫6-10℃最適宜。本調查溫度自每年10月至翌年2月旬平均氣溫每旬遞減1-2℃，其果實生長期自一期果到四期果，每期減少7天。氣溫與不同果期長短甚具關係(圖1)。3月份以後氣溫回升日夜溫差較小，果實生育漸差。雨量多寡則影響果實糖度(如圖2)，各旬間無降雨時糖度均保持Brix 10-11°之間，雨量超過40mm時，糖度明顯下降至Brix 8-9°之間，冬季大湖地區雨量較少，甚適合草莓栽培。



註：(1) 1期果，(2) 2期果，(3) 3期果，(4) 4期果，
P：種植，F：開花，H：採收，Max-T：平均最高溫度，
Min-T：平均最低溫度，E：上旬，M：中旬，L：下旬。

圖1. 草莓不同季節從開花到果實成熟期所需日數及生產期間每10日之平均最高溫度最低溫度



註：氣象資料採取自蠶業改良場

圖2. 草莓生產期間氣溫、降雨量及果實可溶性固形物含量之變化

二、草莓不同成熟度果色判斷及成熟度與糖度及硬度之關係

1. 草莓不同熟度依果色判斷，一般草莓農戶採果習慣，繳交貿易廠商外銷日本者爲6分熟，交農會或青果合作社共同運銷者爲7-8分熟，觀光果園自採者爲9分熟。調查比對結果果實面積20％著色爲6分熟，果實面積50％著色者爲7分熟，果實面積60％以上著色爲8分熟，完全著色但不過熟而最適合食用爲9分熟，完全著色但稍過熟爲10分熟。草莓受日照影響著色面甚不平均，有的一邊已著色過熟，另一面仍未著色，故果色判定分級熟度仍須熟練工人爲。果實著色面積較大，成熟度較高者糖度較高而硬度較低(表1)。

表1、草莓果實成熟度和果實可溶性固形物含量與果實硬度之關係

Maturity index		6	7	8	9	10
% surface turned pink or red		20	50	60	100	100 (red, over mature)
1st-bloom crop	Fruit firmness (g)	726	590	454	428	227
	soluble solids (° Brix)	9.7	9.3	10.5	11.0	12.5
2nd-bloom crop	Fruit firmness (g)	613	531	435	428	235
	soluble solids (° Brix)	9.6	9.8	10.5	10.3	11.5
3rd-bloom crop	Fruit firmness (g)	613	560	454	363	181
	soluble solids (° Brix)	9.5	10.1	10.2	10.5	11.2
4th-bloom crop	Fruit firmness (g)	524	408	317	227	136
	soluble solids (° Brix)	7.5	8.0	8.5	8.6	8.6

2. 不同開花期生產之草莓果實糖度不同。第1-3期採收之果實，6分熟果在Brix 9.5-9.7° 之間，9分熟果在Brix 10.3-11° 之間，其糖度差異幅度小，但第四期果實因生長期較短糖偏低，9分熟果在Brix 9° 以下。(如圖3)
3. 不同開花期生產之草莓果實硬度不同。第一期果實硬度稍高，第2, 3期果實硬度大致相同，第四期果比其他各期果實硬度低約200g。果實隨著成熟度增加而逐漸變軟(如圖4)。

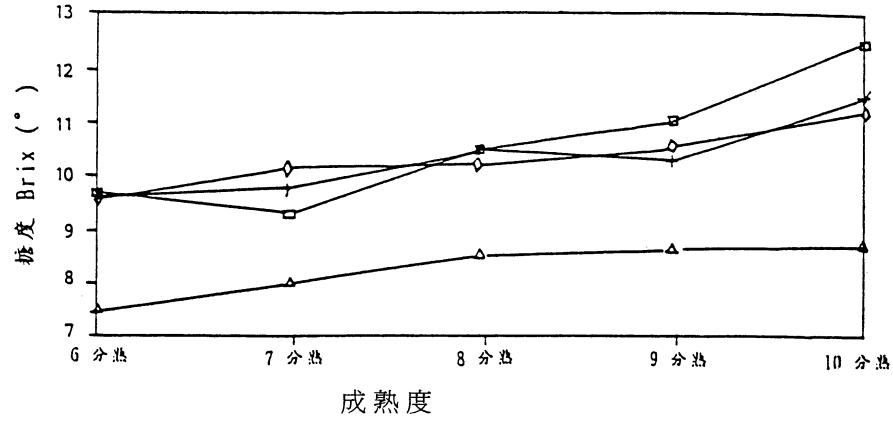


圖3. 草莓果實成熟與糖度之關係

□一期果 ＋二期果 ◇三期果 △四期果

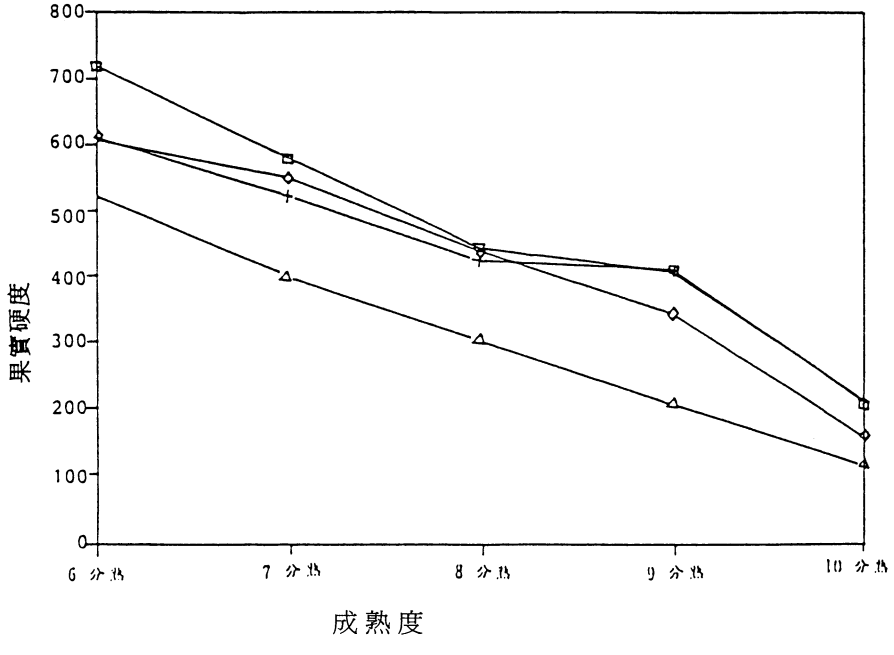


圖4. 草莓果實成熟與果實硬度之關係

□一期果 ＋二期果 ◇三期果 △四期果

三、不同成熟度草莓食味與香氣官能品評之結果

第 2,3期果實無論香氣或食味、口感均較爲優良。而此時期也產量最多，價格較便宜，應是消費者可大量消費最適時期。第一期果實產期較短，大約15天，但因量少，而又有部份外銷日本，價格較高。第四期果果實生長期短，果實小，食味、口感、香氣均不佳，大部份做爲加工用(如圖 5)。

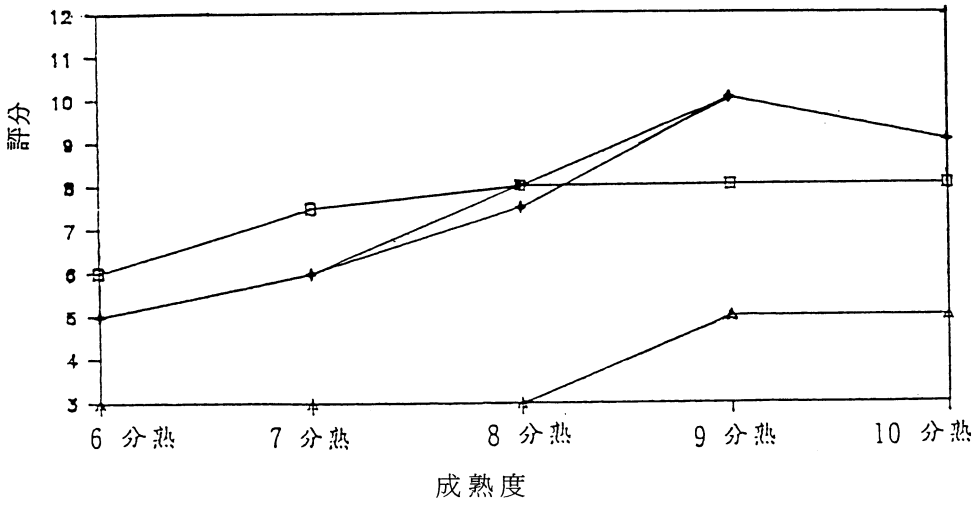


圖5. 草莓果實成熟與食味口感之關係
□一期果　＋二期果　◇三期果　△四期果

四、草莓田間畦面(覆蓋銀灰色塑膠布)之溫度變化

草莓採收前受田間熱影響極大。畦面溫度過高時易灼傷。利用採果日調查畦面溫度變化結果，溫度在各不同時間有明顯變化(圖 6)，早上6-8 時因太陽尚未曬熱塑膠布尚無升溫，但上午9時以後溫度增高10℃以上，至中午12時高達40-50℃。此項田間熱對草莓品質影響甚大。

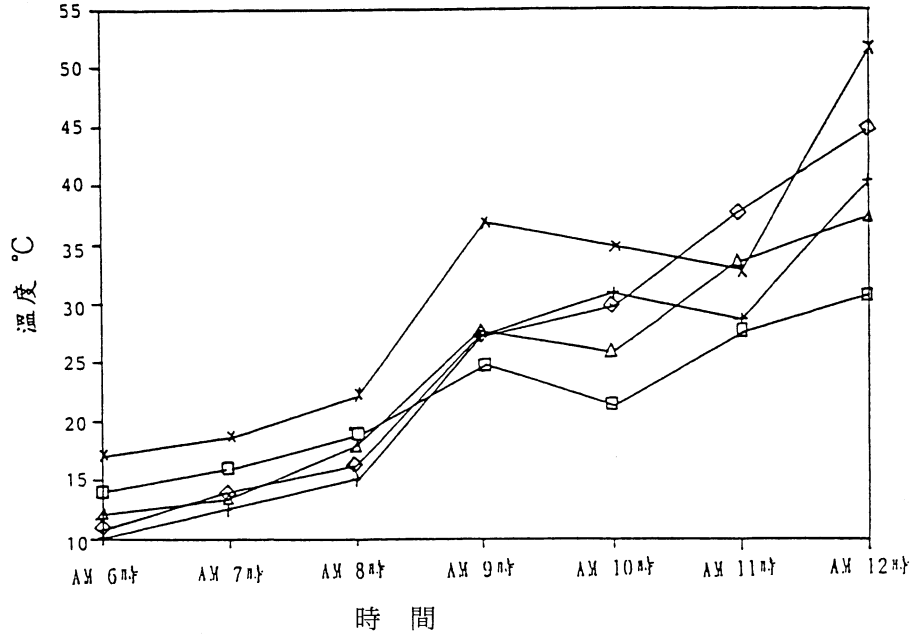


圖6. 草莓田間畦面覆蓋塑膠布溫度變化關係
□79年11月25日　＋12月27日　◇80年1月3日　△2月9日　×3月24日

五、不同採收期草莓貯藏性觀察

1. 草莓第一期果產量較少，一般價格較高，亦有部份利用冷藏船外銷日本，其餘採收後立即能銷售完畢。本期果未經預冷處理而逕行貯藏者早上6-8時採收之果實可在5℃或室溫貯藏8天。但在10-12時採收者在室溫貯存第6天開始有霉點發生，而早上8-10時採收者室溫貯存第8天開始有霉點(表2)。所以採收時間晚因受田間熱影響對果實有容易變劣情形。

表2：第一期採收之草莓貯放8日後之果實失重、硬度及劣變之情形

Harvesting time	Storage temp.	Nov. 27			Nov. 29			Dec. 1			Dec. 3		
		Weight loss (%)	Firmness (g)	Degradation	Weight loss (%)	Firmness (g)	Degradation	Weight loss (%)	Firmness (g)	Degradation	Weight loss (%)	Hardness (g)	Degradation
6-8 am	5℃	0.66	499	N	1.16	454	N	1.66	440	N	2.73	422	N
	RT	1.00	445	N	1.33	417	N	2.12	404	N	3.54	390	N
8-10 am	5℃	0.83	449	N	1.33	435	N	1.83	420	N	3.33	413	N
	RT	1.16	438	N	1.66	424	N	2.16	409	N	4.14	402	MD
10-12 am	5℃	0.83	445	N	1.66	439	N	2.66	425	N	4.16	399	N
	RT	1.16	423	N	2.00	388	M	3.12	360	MD	4.57	334	MD

Note:1. Fruit harvested on November 25,at 80% of maturity with 600g samples.

2. RT: Room temperature; N: Normal; MD: Mibdewed.

2. 第二期果分預冷及不預冷處理及貯存。中午12時以前各不同採果時間，對貯存期長短差異明顯。早上6-8時與早上8-10時採果者，經預冷或未預冷處理後貯存於5℃低溫者，皆可貯存10天以上(表3,4)。室溫貯存者亦有5天左右之壽命。10-12時採收之果雖經預冷處理及5℃低溫貯存，仍於第5天開始腐敗。所以第二期果如能在上午9時以前田間畦面溫度尚未提高時採果，並注意採果時機械損傷，則雖未經預冷或低溫處理、貯存，在一般室溫仍可保持4-5天之久。如必須超過此時限時則應以低溫冷藏爲宜。一般超市蔬果貨架溫度在5℃左右，非常適合草莓之陳列販售。

表 3 ：第二期採收之草莓經預冷處理後貯放期間之腐敗發生率

Time of harvest	Treat-ment	Storage tem.	Date and % of rotting										% of normal fruits
			1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12	1/13	
6-8 am	PC	5℃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
		RT	-	-	-	-	2.8	5.7	4.3	8.6	4.3	7.2	67.1
	CK	5℃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
		RT	-	-	-	1.4	4.3	5.7	2.9	4.3	1.4	2.9	77.1
8-10 am	PC	5℃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
		RT	-	-	-	-	4.3	4.3	2.9	5.7	2.9	4.3	75.0
	CK	5℃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
		RT	-	-	-	-	5.7	2.9	2.9	1.4	7.2	4.3	75.0
10-12 am	PC	5℃	-	-	-	-	1.4	-	2.9	-	1.4	2.9	91.4
		RT	-	-	-	2.9	5.7	8.6	2.9	5.7	2.9	1.4	69.9
	CK	5℃	-	-	-	-	-	2.9	-	1.4	2.9	1.4	91.4
		RT	-	-	2.9	8.6	2.9	10.0	5.7	4.3	7.2	8.6	49.8

Note: Harvested on Jan. 3, 1991; PC: Precooling; CK: No precooling.
RT : Room temperature; Sampled number: 2 Packages with 70 berries.

表 4 ：第二期採收之草莓預冷後貯藏期間果實品質之變化

Time of harvest	Treat-ment	Storage tem.	Rotting %	Color of fruit buttom	Rotting of peel	Weight loss %
6-8 am	PC	5℃	0	FG	N	1.59
		RT	8.5	YG	SR	3.11
	CK	5℃	0	FG	N	1.42
		RT	11.4	YG	SR	2.92
8-10 am	PC	5℃	0	FG	N	1.78
		RT	8.5	YG	SR	3.30
	CK	5℃	0	FG	N	1.91
		RT	8.5	YG	SR	3.36
10-12 am	PC	5℃	1.4	FG	N	2.26
		RT	20.0	YG	SR	3.85
	CK	5℃	2.8	FG	N	2.13
		RT	24.2	YG	SR	3.56

Note: Fruits were stored from Jan. 3 to 9.
Rotting % were surveyed from 70 fruits.
Weight loss of fruit in % was counted from initial weight of 1200gm.
PC; CK; RT refer to Table 3.
FG: Fresh green; YG: Yellow green; N: Normal;
SR: Spot rotting; WR:Whole fruit rotting; CR:Complete rotting.

3. 第三期果經預冷或不預冷處理後貯存之結果大致與第二期果相同(表5 ,6)。中午12時之前不同採果時間，對貯存期長短關係甚大，6-8時與8-10時採果者，經預冷或未預冷處理，再貯存於5℃低溫者，草莓鮮果可維持8天以上，室溫貯存鮮果亦可約3天。10-12時採果者雖經預冷處理，並貯存於5℃也只有6天壽命；室溫存放則在2天後開始腐敗。第三期果比第二期果在貯存中提早1-2天開始腐敗；故更應提早於上午9時前採果並在低溫5℃貯藏方可將草莓鮮果存放8天以上。

六、大湖草莓小包裝與大包裝運銷量與價格比較

草莓運銷量以每年2月份最多，價格也較大眾化，品質亦優良(如表7, 8、圖7)，爲消費者購買食用最佳時期。3月中旬以後採收者爲第四期果，價格較低，品質不良，大部份爲加工果。79年2月試辦小包裝運銷結果，平均價格每公斤提高8－39元。80年期小包裝共同運銷量爲大包裝之18.41％，但總收入金額相當於33.42％，提高農民收益不少。

表 5 ：第三期採收之草莓經預冷處理後貯放期間之腐敗發生率

Time of harvest	Treat-ment	Storage tem.	Rotting (%)										Normal fruits(%)
			1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10	1/11	1/12	1/13	
6-8 am	PC	5℃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	97.1
		RT	-	-	2.9	1.4	4.3	2.9	5.7	4.3	7.2	5.7	65.6
	CK	5℃	-	-	-	-	-	-	-	1.4	1.4	-	97.2
		RT	-	-	1.4	2.9	4.3	4.3	2.9	5.7	4.3	5.7	68.3
8-10 am	PC	5℃	-	-	-	-	-	-	-	1.4	-	2.9	95.7
		RT	-	-	2.9	1.4	4.3	5.7	2.9	2.9	5.7	7.2	67.0
	CK	5℃	-	-	-	-	-	-	1.4	1.4	2.9	1.4	92.9
		RT	-	-	2.9	2.9	1.4	5.7	7.2	5.7	5.7	2.9	65.6
10-12 am	PC	5℃	-	-	-	-	-	4.3	1.4	2.9	-	2.9	88.5
		RT	-	2.9	4.3	8.6	2.9	5.7	8.6	4.3	2.9	7.2	52.6
	CK	5℃	-	-	-	-	2.9	4.3	1.4	-	2.9	1.4	87.1
		RT	-	5.7	7.2	4.3	8.6	5.7	2.9	10.0	8.6	7.2	39.8

表6：第三期採收之草莓預冷後貯藏期間果實品質之變化

Time of harvest	Treat-ment	Storage tem.	Rotting %	Color of fruit buttom	Rotting of peel	Weight loss %
6-8 am	PC	5℃	0	FG	N	1.36
		RT	11.4	YG	SR	3.43
	CK	5℃	0	FG	N	1.61
		RT	12.8	YG	SR	3.28
8-10 am	PC	5℃	0	FG	N	1.43
		RT	14.2	YG	SR	3.55
	CK	5℃	0	FG	N	1.90
		RT	12.8	YG	SR	3.06
10-12 am	PC	5℃	4.2	FG	SR	1.76
		RT	24.2	YG	CR	3.80
	CK	5℃	7.1	FG	SR	1.86
		RT	31.4	YG	CR	3.60

Note: Fruits were stored from Jan. 3 to 9.
Rotting % were surveyed from 70 fruits.
Weight loss of fruit in % was counted from initial weight of 1200gm.
PC; CK; RT refer to Table 3.
FG: Fresh green; YG: Yellow green; N: Normal;
SR: Spot rotting; WR: Whole fruit rotting; CR: Complete rotting.

表7：草莓79年期大湖地區農會採用單層小包裝共同運銷之數量與售價比較 NT$/KG

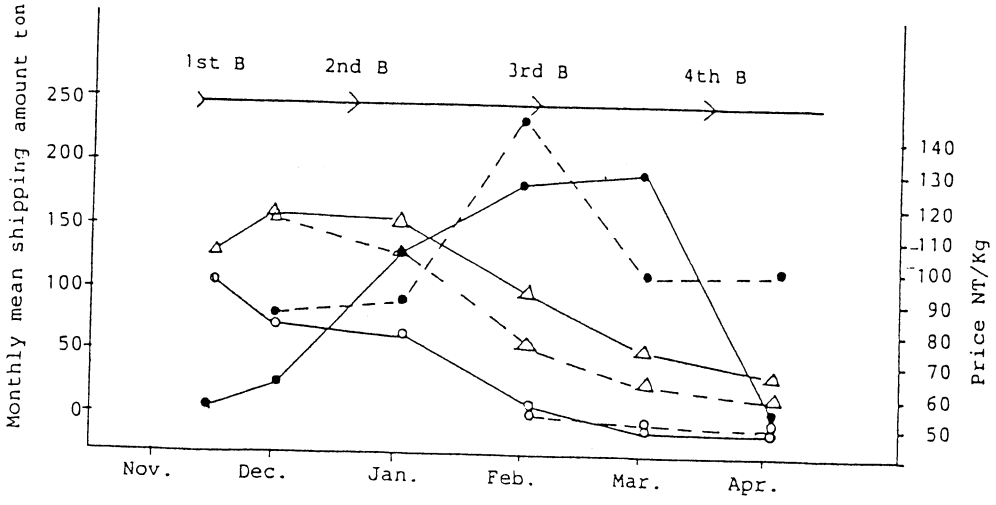
Item		Dec.1989	Jan.1990	Feb.1990	Mar.1990	Apr.1990
One layer graded package	Quantity	-	-	53, 203	29, 234	2, 143
	Price	-	-	75	63	57
Two layers ordinary package	Quantity	85, 551.5	90, 400	188, 241	100, 749	10, 646
	Price	114.01	103.15	52	44	49
Total	Quantity	85, 551.5	90, 400	241, 444	129, 983	12, 789

註：1.原始資料取自大湖地區農會。
2.單層包裝紙箱25×17×4.5cm，容量600g。

表 8 ：草莓80年期大湖地區農會共同運銷調查之數量與售價比較 NT$/KG

Item		Nov.1990	Dec.1990	Jan.1991	Feb.1991	Mar.1991	Apr.1991
One layer graded package	Quantity	51	10, 100	23, 797	55, 707	33, 310	741
	Price	106	110	112	90	72	64
Two layers ordinary package	Quantity	8, 646	126, 271	109, 219	137, 400	154, 359	12, 030
	Price	95	80	77	54	43	43
Total	Quantity	8, 697	13, 671	133, 016	193, 107	189, 709	12, 771

註：說明同表7.



註：1.原始資料取自大湖地區農會。

○:運銷量(ton), △:單層包裝之售價, ・:雙層包裝之售價,

-------- : 1990年, ———— : 1991年

圖7. 1990及1991年大湖草莓單層雙層包裝之運銷數量及銷售價格

參考文獻

1. 李窗明. 草莓新品種－春香. 1983. 農林廳推廣手冊.
2. 鄭正勇. 草莓栽培法. 1983. 國立台灣大學.
3. 謝美齡、廖芳心. 1975. 外銷蔬果採收後處理，貯藏保鮮及包裝方法試驗研究. 台北區農業改良場專刊.
4. 大多藤雄. イチゴの 栽培技術. 1977. 誠文堂新光社之什誌.
5. 吉松敬拓. イチゴの 鮮度保鮮技術. 1989. 農業及び園藝第64卷第4號.
6. 萩原貞夫. 第十一の收穫適期果の判定 1968. 誠文堂新光社.
7. 農業技術大系蔬菜編 3. イチゴ. 1971. 農山漁村文化協會.
8. Harris, C. Max and John M. Harvey. 1976. Agr. Res. Serv. Westn. Reg. Fresno. Calif. U.S.D.A
9. Harvey, John M., C Mazx Harris and H. Melvin Cousey. 1968. Ag. Res. Serv., Fresno. Calif., Mkt.Res. Rpt. No. 810, USDA.

Optimum Harvesting Maturity and Handling Methods of Strawberries

Miin-Jia Tsai and Fa-shiang Chin

Associate Ressearch and Fellow Researcher

Taoyuan District Agricultural Improvement Station

Summary

There are four (4) major crops following four major blooming periods of strawberries grown in Tahu area. The first-bloom crop took 43 days from blooming to maturity. The 2nd, 3rd, and 4th- bloom crops took 37, 30, and 20 days, respectively.

Postharvest weight loss and the speed of berry breakdown were significantly affected by the field heat at harvest. The field temperature rose to 30-40℃ after 8 a.m. and it was harmful to the berries. Desirable harvesting time should be before 9:00 a.m. except cloudy days.

Strawberries, which were carefully picked, graded and packed in one-layer thin boxes (25x 17x4.5cm)were able to retain freshness for 3-5 days at room temperature or 8-10 days at 5℃.

The market price of one-layer small pack strawberries was NT$ 28.5 higher per kg when compared to the traditional two-layers or larger packs.