中華農業研究（Jour. Agri. Res. China）40(1)：37～44（1991）

鳳梨台農四號外銷果實採收成熟度之研究[1]

張　清　勤[2]

摘要：本試驗以果皮變色多寡分五種不同成熟度，即 (A)果皮綠色上端略帶紫色者(未熟果)，(B)果皮由基部開始1／4綠黃色者，(C)果皮基部2／4綠黃色者，(D)果皮3／4綠黃色者，(E)果皮全部變黃色者。每處理20個分裝2箱，五重覆，分春、夏兩季果實進行試驗，結果顯示，果皮顏色隨貯放日數的增加由綠色轉變成黃色而至深黃色，成熟度愈高轉變速度愈快；而果肉亦因貯存而自白色變爲淡黃色，但不若果皮明顯。風味方面，決定於採收的成熟度，高成熟度風味佳，唯病變發生較快，影響貯藏耐力。至於不同季節生產果實貯藏力以春果較夏果爲強。綜合以上結果，外銷台農四號鳳梨鮮果，適當的採收成熟度，春果以果皮色自下部（果實基部）開始1／2爲綠黃色者（約5分熟）；夏果以1／4～1／2爲綠黃色(約2分至4分熟)。

關鍵詞：臺農四號鳳梨、採收成熟度、外銷、春果、夏果。

臺農四號鳳梨品種，因其果皮顏色鮮黃美觀，肉質細密、纖維細，糖度高、香味濃並具剝食之特殊吃法[1·2·3·4·5]，自民國69年重新推廣後，頗獲生產者的歡迎，也爲栽培的果農帶來一筆可觀的財富，因此栽培面積急速增加。至民國七十六年栽培面積約800公頃，收穫面積約600公頃[5]果實生產除了供應內銷外，大多數銷往日本，尤其春果在日本市場頗受歡迎。根據農林廳調查，民國七十五年，外銷數量2,628公噸，到了民國七十六年已達7,084公噸[4·5]，每公斤產地收購價格爲新台幣18元，外銷情況良好，由此可知。但由於本省台農四號鮮果外銷係採用自由出口方式，出口商多透過果販在產地採購集運[4·5]檢收無一定標準，使得採購之外銷果實成熟度頗不一致，有些果實尚未達成熟階段，風味甚差，有些則顯得過熟，容易招致腐爛，不耐貯運，直接影響果實本身品質，也不利於外銷信譽。雖然本省以往也曾從事外銷鳳梨採收成熟度試驗，均以開英種爲對象[6·7·8]，惟台農四號與開英種兩者果實特性差異甚大，其成熟度標準不適用於台農四號，務須另尋台農四號外銷果實之合理採收成熟度，俾供外銷單位及果農做爲檢收之參考。本試驗即本此主旨以進行之。

材料與方法

本試驗以果皮變色比率分五種不同採收成熟度，即(A)果皮綠色上端略帶紫色者（未熟果），(B)果皮由基部開始1／4綠黃色者，(C)果皮基部開始2／4綠黃色者，(D)果皮基部開始3／4綠黃色者，(E)果皮全部變黃色者（完熟果）。每處理20個果實，分裝2箱，5重覆，計需果實500個。分春（4月），夏（6月）兩季果實進行試驗。供試果實經採收後模擬本省台農四號鳳梨外銷日本之作業方式，裝入紙箱，並置於7～8°C冷藏庫一星期後取出，放於室溫下貯存，每隔2天調查一次，記錄其各種不同成熟度之果實形質變化，以及病果發生情形。

1. 台灣省農業試驗所　研究報告第1549號，文稿承本系徐信次主任斧正，並承蒙農委會補助經費（78農建—7.1—糧—93）謹此申謝。

2. 嘉義農業試驗所助理研究員。臺灣省　嘉義市。

結 果

一、不同採收成熟度對果皮色變化之關係：

鳳梨果皮之顏色爲顯示果實成熟度特徵之一。鳳梨幼果爲茶褐色，隨生長逐漸轉變爲紫色，紫綠色，綠色，綠黃色，而至黃色，即果實已達全熟[6,7,8]。但在未成熟果實之鳳梨，果實採收後，果皮之顏色究竟有何變化？依據本試驗所用之5種不同成熟熟度之果實，採收後模仿外銷作業裝箱，冷藏後貯存於室溫下之變化關係如表一。

表一、不同採收成熟度冷藏後處理對果皮色變化之關係

Table 1. The effect of different picking maturity on the color changes of pineapple peel after cold storage at 7~8°C

Picking season	Days after cold storage	Peel color: Green(A)			1/4 yellowish(B)			2/4 yellowish(C)			3/4 yellowish(D)			Yellowish(E)		
		Part of the fruit: Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Spring	2	−	−	−	+	+	++	+	++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++
	4	−	+	++	+	++	++	+	++	+++	+	+++	+++	+++	+++	+++
	6	+	++	++	++	++	+++	+	++	+++	++	+++	IV	IV	IV	IV
	8	++	+++	IV	++	+++	+++	++	+++	IV	+++	IV	IV	IV	IV	V
	10	+++	IV	IV	+++	IV	IV	+++	IV	IV	+++	IV	V	IV	V	V
Summer	2	−	+	+	+	+	++	+	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++
	4	+	+	+	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	IV	IV
	6	+	++	++	+++	+++	IV	+++	+++	IV	+++	IV	IV	IV	IV	IV
	8	++	+++	+++	+++	+++	IV	+++	IV	IV	IV	IV	V	IV	V	V
	10	+++	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	IV	V	V	V	V	V

註：− Green + Light ++ yellow +++ Deep yellow IV Yellowish brown V Fruits began to rot

由表一符號顯示臺農四號鳳梨不同採收成熟度果實，經冷藏一星期後存於室溫下，隨貯存日數的增加，果皮逐漸黃變，終至變黑腐爛。就春果部分而言，(A)未熟果實置於室溫下經4日果皮色轉變爲淡黃色，6日果皮轉黃色最爲美觀，但至8日後果基部皮色呈黃褐色。而(E) 果皮全黃的完熟果，經室溫貯存至第4日果基部呈黃褐色，至第6日後整個果實外皮多呈黃褐色不雅觀。至於(B)，(C)，(D)三種不同成熟度處理者，室溫貯存2至6日，果皮色由淡黃至深黃色最美觀，第8日後果基部也開始褐變。夏果部分，未熟果室溫貯存2日果頂部仍爲綠色，中下部即轉變成淡黃色，8日即成深黃色，10日呈顯褐化現像，高成熟度之(D)與(E)兩處理分別貯存6與4日即開始呈現黃褐色，顯示貯藏耐力甚差，至於(B)(C)兩種處理，經貯存2至4日果皮顏色由淡黃至深黃色之間，最爲亮麗美觀，第6日後少數果實基部開始呈黃褐色，第10日後基部果目出現變黑的情形。春果與夏果各不同採收成熟度果實，經貯存後果皮色的變化情形相似，唯夏果較春果變化速度略快，也即春果較夏果耐貯存。

二、不同成熟度對果肉色變化之關係：

鳳梨果肉之顏色與成熟度有密切之關係，在幼果期與果實發育中期均爲白色，至發育末期進入成熟時期時，始逐漸轉變爲淡黃色而至黃色，此種果肉色之變化亦爲顯示果實成熟度之一種標準，茲將五種採收成熟度之果肉色變化，列如表二

表二、不同成熟度冷藏後對果肉色變化之關係

Table 2. The effect of different picking maturity on the color changes of pineapple flesh after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	Green(A)			1/4 yellowish(B)			Peel color 2/4 yellowish(C)			3/4 yellowish(D)			Yellowish(E)		
		Part of the fruit														
		Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower	Upper	Middle	Lower
Spring	2	−	−	+	−	+	+	−	+	+	+	+	＃	+	＃	＃
	4	−	+	＃	+	+	＃	+	+	＃	+	＃	＃	＃	＃	＃
	6	+	+	＃	+	＃	＃	+	+	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
	8	＃	＃	＃	+	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
	10	+	＃	＃	+	＃	＃	+	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
Summer	2	−	+	+	−	+	+	−	+	＃	+	＃	＃	＃	＃	＃
	4	+	+	＃	+	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
	6	＃	＃	＃	+	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
	8	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃
	10	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃	＃

註：− White + Light ＃ yellow ＃ Deep yellow

由上表符號顯示成熟度較高之(D)、(E)，其果肉顏色在採收當時已轉化成黃或深黃色，似未能因貯藏而有所改變，但中成熟度之(B)、(C)及未熟果之(A)，其果實上段之果肉顏色經冷藏後貯存4日即自白色轉變爲淡黃或黃色，而接近中下段之顏色，至改變果肉色所需日數，係以成熟度高低而稍有不同，成熟度愈低所需日數愈長，至於春果與夏果之果肉色變化無明顯差異。

三、不同成熟度對果實風味之關係：

在調查果實糖酸度之同時，以數人同嚐果肉之風味，並將品評果實風味等級區分爲(1)酸而風味差(−)，(2)風味尚可(+)，(3)風味佳(＃)，(4)風味特佳(＃)

表三、不同採收成熟度冷藏後對果實風味之關係

Table 3. The effect of different picking maturity on the flavor of pineapple flesh after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	(A) Green	(B) 1/4 yellowish	Peel color (C) 2/4 yellowish	(D) 3/4 yellowish	(E) Yellowish
Spring	2	−	+	＃	＃	＃
	4	−	＃	＃	＃	＃
	6	+	＃	＃	＃	＃
	8	+	＃	＃	＃	＃
	10	−	+	+	＃	＃
Summer	2	−	＃	＃	＃	＃
	4	+	＃	＃	＃	＃
	6	+	＃	＃	＃	＃
	8	+	＃	＃	＃	＃
	10	−	+	+	+	＃

註：− Inferior + Fair ＃ Good ＃ Excellent

由上表三結果獲悉，春果在其未熟果階段採收者，風味差，冷藏後貯存至第6日後風味稍提高，但數日後風味又變劣，而成熟度較高之(D)、(E)採收後貯存初期，風味特佳，之後風味隨貯放日數的增加而有降低的趨勢；中成熟度之(B)、(C)，風味雖不及完熟果，但均能維持在「佳」的範圍。此種品質上的變化及病果發生遲早，再與運輸期間長短的配合，似可作爲決定適當採收成熟度的參考。

四、不同成熟度對果汁含量之關係：

將每一果實去皮後，秤其果肉重，然後置於果汁機攪出全部果汁以測定不同成熟度貯藏後之果肉所含果汁量，茲將所得結果整理統計如表四

表四、不同採收成熟度冷藏後對果汁含量（%）之關係

Table 4. The effect of different picking maturity on the juice content (%) of pineapple after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	(A) Green	(B) 1/4 yellowish	Peel color (C) 2/4 yellowish	(D) 3/4 yellowish	(E) Yellowish
Spring	2	56.72	62.80	53.10	51.70	57.80
	4	63.40	61.90	63.90	61.60	62.00
	6	62.20	63.50	64.80	59.40	63.70
	8	62.70	64.10	62.70	61.60	65.20
	10	59.20	61.20	61.00	63.60	63.90
Summer	2	62.48	61.31	59.38	60.44	61.51
	4	64.52	62.30	63.06	63.63	64.18
	6	61.98	62.04	61.67	64.52	62.76
	8	62.74	63.69	65.58	66.19	66.37
	10	65.40	63.02	63.86	64.46	63.57

由上表結果可以看出鳳梨經過貯藏後第4日果汁含量明顯的增加，尤其處理(C)及(D)皆達極顯著差異標準。但此後貯藏日數增加，果汁含量似有不規則變化情形。不同採收成熟度間貯藏後果汁含量，以低成熟度增加較多。

五、不同採收成熟度對果實可溶性固形物含量（Brix）之關係：

每一個果實經果汁機榨出果汁後，以屈折計測定可溶性固形物（糖度）含量，結果如表五。

表五、不同採收成熟度冷藏後對鳳梨果實可溶性固形物含量（Brix）之關係：

Table 5. Effect of different picking maturity on the soluble content of pineapple after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	(A) Green	(B) 1/4 yellowish	Peel color (C) 2/4 yellowish	(D) 3/4 yellowish	(E) Yellowish
Spring	2	15.76	16.87	17.51	17.57	19.45
	4	15.71	16.70	16.93	17.67	18.62
	6	15.81	16.43	16.23	16.66	18.34
	8	15.46	16.44	17.26	17.68	18.21
	10	15.09	15.95	17.32	17.40	18.16
Summer	2	15.09	15.72	16.88	17.00	18.27
	4	13.98	17.84	18.60	19.22	20.72
	6	15.23	16.63	16.68	16.92	18.86
	8	15.23	16.03	17.88	18.40	19.16
	10	14.56	15.93	15.79	16.14	17.90

由五得知，不論春果與夏果採收成熟度愈高，其可溶性固形物之含量也愈高。果實經過貯藏以後，其可溶性固形物含量之變化，則隨著貯藏日數的增加，其可溶性固形物之含量似有逐漸減低之趨勢，惟差異甚微，顯示鳳梨不因採收後之後熟而提高糖度，爲其他果樹如香蕉、木瓜、芒果等所不同。

六、不同採收成熟度對果實游離酸之變化關係：

每果之果肉經果汁機榨出果汁後，抽取5cc利用滴定法測定游離酸含量之結果，經整理如表六

表六、不同採收成熟度冷藏後對果實游離酸含量※關係

Table 6. The effect of different picking maturity on the acid content* of pineapple after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	(A) Green	(B) 1／4 yellowish	Peel color (C) 2／4 yellowish	(D) 3／4 yellowish	(E) Yellowish
Spring	2	0.81	0.79	0.82	0.80	0.83
	4	0.81	0.82	0.73	0.71	0.70
	6	0.74	0.83	0.80	0.71	0.70
	8	0.71	0.71	0.67	0.67	0.73
	10	0.65	0.62	0.61	0.60	0.65
Summer	2	0.54	0.51	0.44	0.47	0.46
	4	0.49	0.41	0.40	0.43	0.37
	6	0.48	0.47	0.41	0.40	0.33
	8	0.48	0.42	0.38	0.32	0.29
	10	0.47	0.43	0.41	0.35	0.25

* Expressed as grams of citric acid per 100ml juice
** D322

上表六得知，本試驗所用之5種成熟度間游離酸含量未有明顯差異，但各處理經室溫貯存後，果實游離酸含量隨貯放日數之增加，略有逐漸減少的趨勢，尤以高成熟度的果實較爲明顯。春果之游離酸含量較夏果爲高，顯示鳳梨果實成熟期間溫度較低游離酸含量較高。

七、不同採收成熟度之病果發生百分比：

於調查果實品質之同時，對於病果發生之情形亦分別予以調查，茲將調查所得結果列如表七。

表七、不同採收成熟度冷藏後之病果發生百分比

Table 7. The effect of different picking maturity on the percentage of decayed fruit after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	No. of fruit inves-tigated	(A) Green	(B) 1/4 yellowish	Peel color (C) 2/4 yellowish	(D) 3/4 yellowish	(E) Yellowish	Total
Spring	2	100	0	0	0	0	0	0
	4	80	0	0	0	0	0	0
	6	60	0	0	0	3.33	6.67	2.00
	8	40	2.50	2.50	5.00	7.50	15.0	6.50
	10	20	0	5.00	10.0	25.0	40.0	16.0
Summer	2	100	0	0	0	0	0	
	4	80	0	1.25	0	0	2.50	0.75
	6	60	0	0	1.67	3.33	8.33	2.67
	8	40	2.50	2.50	7.50	10.0	15.0	7.50
	10	20	5.00	10.0	20.0	35.0	45.0	23.0

由上表顯示，在不同採收成熟度之間，其果實成熟度愈低時，則病果發生之時期愈遲且發生數量愈少。反之成熟度愈高，則病果發生之時期愈快，數量亦較多。亦即採收成熟度愈低，其貯藏力愈強。就春果與夏果比較，春果發病時間較遲且數量亦較少，顯示春果因採收當時氣溫較低，果實較耐於貯放。

八、不同採收成熟度對果實失重之關係：

就冷藏後貯放於室溫下果實，每兩天調查形質之同時，一併調查果實之失重，表八即爲果實失重之結果。

表八、不同採收成熟度冷藏後對果實失重率（%）之關係

Table 8. The effect of different picking maturity on the loss rate of fruit weight after cold storage at 7～8°C

Picking season	Days after cold storage	(A) Green	(B) 1/4 yellowish	Peel color (C) 2/4 yellowish	(D) 3/4 yellowish	(E) Yellowish
Spring	2	3.71	3.27	2.07	2.44	2.95
	4	4.21	4.26	3.07	4.52	5.12
	6	6.73	7.05	6.40	6.55	7.62
	8	10.35	8.30	6.94	8.30	9.18
	10	10.87	9.79	10.24	10.39	11.71
Summer	2	2.50	3.26	3.68	4.11	3.91
	4	4.08	4.57	5.82	5.88	4.89
	6	5.50	6.11	7.42	7.39	7.65
	8	5.93	7.33	8.43	10.32	9.06
	10	6.04	7.57	9.75	10.50	9.86

由上表得知，鳳梨果實經冷藏後貯存於常溫下，不論是春果或夏果，其失重情形均隨著貯放日數的增加而提高，在不同採收成熟度之間，以高成熟度果實失重情形較明顯。春果似比夏果失重略高。

討　　論

鳳梨成熟度之決定，就開英種而言，除果皮色之變化外，尚需配合敲擊果實所發生之音響[6·7]。但台農四號鳳梨果實，其特性與開英種截然不同，在正常栽培管理情形下，除果皮色隨生長過程由幼果期的茶褐色，漸變爲紫色、紫綠色、綠色、綠黃色、而至完熟期的黃色[6·7·8]，類似開英種外，其果肉因較鬆多孔，成熟果實經敲擊皆發出似「擊鼓」聲響，故在判定成熟度時可以依果皮顏色變化程度爲標準。本試驗基此原理依果皮顏色變化多寡分五種不同採收成熟度，模仿外銷日本裝運方式包裝冷藏，進行貯藏試驗，結果得知不同採收成熟度之果實經貯藏後，果皮色可由綠色轉變爲綠黃色而至黃色，成熟度愈高之果實其轉變之速度愈快；果肉色亦因貯藏而自白色逐漸轉變爲淡黃色，但轉變速度不如果皮色快與明顯。就果肉風味而言，成熟度較低之果實貯存初期極差，但可因貯藏使風味稍佳，其程度極有限；高成熟度果實採收後初期風味極佳，但因貯藏日數的增加質地風味稍變差，於是風味乃決定於採收的成熟度，高成熟度風味佳，未熟果實風味極差。至於可溶性固形物之含量，隨採收成熟度的增加而提高，但卻隨著貯藏日數的增加，略有逐漸減低的趨勢，游離酸含量在春果部分，不同成熟度間未有明顯差異；夏果採收時成熟度愈高，游離酸含量愈低，但經貯藏後隨日數的增加，亦有逐漸減低的趨勢。對病果發生情形，低成熟度之果實，可減少或延緩病果的發生。綜合以上結果，臺農四號鳳梨果實若採收後短暫期間內食用者，以高成熟度之果實，其果皮鮮黃美觀，果肉黃色、糖度高、香味濃、風味甘甜可口、品質最佳，惟容易招致腐爛，貯存日數短。鑑於本省鳳梨外銷日本，自採收至消費地須時一週，此種成熟度果實，保有商品價值可供銷售日數過短，不適合採收。若就未熟果而言，其果皮色與果肉色雖能隨貯存日數增加而轉變爲黃色，且冷藏後在室溫下貯存日數最長，但糖度及酸度之含量始終無法達到眞正成熟果之應有標準，因而品質低劣，風味不佳，應避免採用爲外銷鮮果。至於中成熟度果實，雖其品質風味在採收初期略遜於高成熟度果實，但在貯存過程中均保存「佳」與「特佳」的程度，且保有商品價值可供售日數與低成熟度果實相似，爲外銷鮮果最合適的採收成熟度。故臺農四號鳳梨外銷鮮果適當的採收成熟度，春果以果皮色自果實基部開始1／2轉變爲綠黃色者(約5分熟)，夏果則以1／4至1／2轉變爲綠黃色者（約2分至4分熟）。

參 考 文 獻

1. 張清勤　1967.臺農四號鳳梨花期觀察・科學農業15(5.6)：1—3・
2. 張清勤　1981・鮮食鳳梨臺農四號・豐年31(4)：22—24・
3. 張清勤　1988・生產高品質的臺農四號鳳梨・豐年38(4)：16—17・
4. 黃士元　1988・鮮食鳳梨臺農四號產銷現況及改進・臺灣農業24(2)：60—65・
5. 邱乃鞋、胡安慶　1988・臺農四號鳳梨鮮果外銷問題與市場之探討・嘉義農專專刊・
6. 黃永傳、方祖達、林若秀　1960・鳳梨採收成熟度之研究。國立台灣大學農學院研究報告5(4)：25—39・
7. 黃季春、王德男　1967・外銷鮮鳳梨採收成熟度之研究。國家科學委員會刊第三期第49：427—442・
8. 黃季春　1968・成熟度及貯藏溫度對於鳳梨果實品質之影響。中國園藝14(3，4)：125—131・
9. Akamine E. K. 1963・Fresh pineapple storage・Hawaii Farm Science・Vol・12
10. Collins J・L・1960・The pineapple Leonard Hill(Books) Limited London：173—175・

Studies on the picking maturity of "Tainung NO.4" Pineapple for export[1]

C・C・CHANG[2]

Summary

The maturity of pineapple fruits in this experiment are classified, according to the color break of the fruits, e・g・(A)The fruit still green and the top of the fruit still showed purple tinged(unriped fruit)・(B)1/4 of the fruit from the base was turned to be greenish yellow・(C)2/4 of the fruit from the base was turned to be greenish yellow・(D)3/4 of the fruit turned to be greenish yellow・(E)the fruit was fully turned to be yellow (fully riped)・By using 20 fruits put into 2 boxes as a treatment with 5 replications・The experiment was done both in the Spring and Summer harvest seasons・The results indicated : During the storage, the fruit color was turned from green to yellow then to be deep yellow・The color turn was faster as the maturity increased・The color of flesh changed from white to pale yellow as the fruit riped but it was not so significantly as the peel did・The eating quality was determinated by the maturity when harvested・The matured fruits had the better fruit quality but deteriorated very fast and affected the keeping quality very much during storage・The keeping quality of the Spring harvested fruits performed better than the Summer harvested one・According to the results showed above, the suitable maturity for harvesting pineapple cultivar Tainung no・4 (TARI# 4)for export should be 2/4 of the spring harvested fruit color turned to be greenish yellow(around 50% riped), but for the Summer harvested one the color turned 1/4 to 2/4 (around 20% to 40% riped)be enought.

Key Words : "Tainung NO.4" Pineapple, Picking maturity, Export, Spring fruit, Summer fruit.

1. Contribution No. 1549 from the Taiwan Agricultural Research Institute(TARI), Taiwan, R. O. C.
2. Assistant research of Chia-Yi Agriculture Experiment Station(AES), TARI, Chia-Yi 60014, Taiwan, R. O. C.