

栽植期與催花期對鳳梨「台農 17 號」果實生育及品質之影響

蔡惠文、唐佳惠、官青杉*

行政院農業委員會農業試驗所嘉義分所園藝系

摘要

鳳梨果實生育及品質受到環境與栽培管理影響，有關栽植期與催花期之效應尚未釐清。本研究為探討於南投地區生產鳳梨「台農 17 號」春果、夏果及秋果之適宜栽植期，乃於 2009 年 12 月及 2010 年 3 月進行分次種植苗株，分別於 2010 年 9 月、11 月及 2011 年 5 月進行採收催花者為處理組，另以不進行催花處理之自然抽穗者為對照組。結果顯示，各催花處理組之催花率均可達 90% 以上，對照組在 2011 年自然抽穗率亦可達 90% 以上。為抑制自然抽穗，研究中於冬季種植並利用乙烯生合成抑制劑[本研究使用艾維激素(AVG)]處理植株，濃度為 200 mg L⁻¹，並添加 0.067% 展著劑，於 2010 年 11 月 4 日至 2011 年 1 月 27 日每隔 14 天處理 1 次，共 7 次，並於 5 月催花。結果顯示，經此處理過程可於 9 月採收，且不影響果實品質，又催花期會影響果實各階段生育天數，與植株大小無顯著差異，而果實可溶性固形物及可滴定酸含量則會受到季節溫度變化影響。該方法可供於南投地區生產秋果之參考。

關鍵詞：栽植期、抑制開花、溫度、可溶性固形物、可滴定酸。

Effect of Planting Time and Flower Forcing on Fruit Development and Quality in Pineapple 'Tainung No.17'

Hui-Wen Tsai, Chia-Hui Tang and Ching-Shan Kuan*

Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi 60044, Taiwan ROC

ABSTRACT

Environment and horticultural practices critically influence the growth, development, and quality of fruit. However, effects of planting time and flower forcing on fruit production of certain pineapple cultivars are poorly understood. This study was to explore the best planting timings for pineapple 'Tainung No.17' that can be harvested in spring, summer and autumn, respectively. Seedlings were planted in December 2009 and March 2010. Some plants were natural flowering to produce fruit and others were treated with flower forcing in September and November of 2010 and May 2011. Results showed that plants treated with flower forcing reached a flowering rate of more than 90%. The natural flowering plants had a fruit setting rate of more than 90% in the year 2011. Inhibition of natural flowering occurred during the winter. In Nantou County of Taiwan, pineapple planted in winter treated with 200 mg L⁻¹ of aminoethoxyvinylglycine (AVG) plus 0.067% (V/V) of surfactant reached maturity in autumn the next year. Such a practice was applied every 14 days for 7 times, during the period from 4 November 2010 to 27 January 2011, and then treated with flower forcing in May. As such, fruit can be harvested in September with guaranteed quality. Results showed that the timing of flower forcing affected the duration of fruit ripening but not on plant size. The total

*通信作者, kuansan@dns.caes.gov.tw

投稿日期：2015 年 9 月 21 日

接受日期：2015 年 12 月 9 日

作物、環境與生物資訊 12:155-165 (2015)

Crop, Environment & Bioinformatics 12:155-165(2015)

189 Chung-Cheng Rd., Wufeng District, Taichung City 41362, Taiwan ROC

soluble solids and titratable acidity were affected by seasonal temperature changes.

Key words: Planting time, Flowering inhibition, Temperature, Total soluble solids, Titratable acidity.

前言

鳳梨(*Ananas comosus* L. Merr.)為多年生草本植物，係臺灣重要經濟果樹之一。依照農業統計年報 2014 年資料顯示，鳳梨栽培面積為 10,153.9 公頃，總產量 456,242 公噸 (COA 2014)。臺灣鳳梨主要產地多集中在中南部，以屏東縣為主要產區，其次為嘉義縣、臺南市、高雄市及南投縣。鳳梨果實發育速度易受溫度影響，發育期間氣溫愈高，果實愈早成熟。據此，「台農 17 號」鳳梨產期依序由南至北漸次成熟，以屏東縣及高雄市最早，約在 3–5 月生產，臺南市及嘉義縣在 4–5 月生產，南投地區最晚則可延至 5–6 月生產。國內 7 至 9 月時因溫度較高，此時收穫之「台農 17 號」鳳梨品質稍差，因此可考慮利用南投地區與其他產區的溫度差異來調節鳳梨生產期，減輕產期重疊之影響。

亞熱帶國家的鳳梨栽培時期，一般以秋植(9–11 月)或春植(3–5 月)為主。為期週年化生產，一般可藉由調整種苗大小、種植時間和催花期達到調節產期目的，分散鮮果供應時間(Selamat 1997b)。鳳梨植株的自然花芽分化或人工催花調節開花期，除了受植株大小及株齡影響外，溫度及植株對乙烯的敏感度亦是影響因素之一(Rabie *et al.* 2000)。在自然條件下，植株需生長發育至一定大小，才會感應低溫花芽分化。因此，為減少鳳梨在冬季低溫期的自然抽穗率，可利用不同的栽植期及配合藥劑處理以調節產期。艾維激素(Aminoethoxyvinylglycine; AVG)為乙烯合成抑制劑，許多研究報告指出 AVG 可有效抑制鳳梨的自然開花(Kuan *et al.* 2005, Rebolledo *et al.* 2007, Wang *et al.* 2007, Bartholomew and Uruu 2009, Rabie *et al.* 2011, Tsai and Kuan 2013)。

本試驗利用不同栽植季節，並以 AVG 抑制自然抽穗再分期催花的作用，探討延緩自然產期植株在春、夏兩季之催花率與催花期對果實產量及品質之影響，分析與栽植期之相關性，期能建立南投地區鳳梨之產期調節技術，據以提高鳳梨「台農 17 號」秋果生產比率。

材料與方法

一、試驗材料

本研究之田間試驗設於南投市莊氏果園，以鳳梨「台農 17 號」為供試品種，分別於 2009 年 12 月(冬植)及 2010 年 3 月(春植)種植，苗高各為 25 cm 及 30 cm。小區面積 3 m × 4.5 m (13.5 m²)，畦、行、株距為 1.0 m × 0.5 m × 0.3 m，二列式三角形種植。

二、催花與 AVG 處理

依栽植期分冬植及春植二個時期，各進行以下 4 種處理：

1. 處理(A)及處理(B)分別於 2010 年 9 月及 11 月以 39.5% 益收生長素 1000 倍加 1.5% 尿素進行人工催花處理，灌注於植株心部，每株約 50 mL。
2. 處理(C)為對照組，讓植株在自然環境下抽穗。
3. 處理(D)自 2010 年 11 月 4 日起，每隔 14 天施用 200 mg L⁻¹AVG (ReTain®, Valent Biosciences Corporation, Libertyville, Illinois, USA)水溶液加 0.067% (v/v)展著劑 (Break-Thru® S240, Goldschmidt Chemical Corp., Germany)，施用日期分別為 2010 年 11 月 4 日、11 月 18 日、12 月 2 日、12 月 16 日、12 月 30 日、2011 年 1 月 13 日及 1 月 27 日。將配置的藥劑灌注於植株心部，每株施用 7.5 mL，共 7 次。AVG 延遲抽穗處理之未自然抽穗植株，於 2011 年 5 月 3 日進行人工催花處理(方法同上)。

試驗採逢機完全區集設計，8 處理，每處理 3 重複，共 24 小區，每小區 20 株，全試區計 480 株。試驗期間收集及記錄果園氣象資料，並統計分析。

三、植株營養生長期及開花抽穗調查

冬植 3 個月後在 2010 年 3 月 15 日、6 月 14 日、9 月 6 日、11 月 29 日及 2011 年 2 月 25 日，春植 3 個月後在 2010 年 6 月 14 日、9 月 6 日、11 月 29 日及 2011 年 2 月 25 日，分別進行植株生育調查，調查項目包括植株高度、葉長、葉寬及葉片數。植株高度是由畦面到植株最高點的高度，葉長為自基部至葉尖的長度，葉寬為完全展開葉 1/2 處的寬度，葉片數為自種植之葉片數開始累計所有展開葉之總數量。人工催花處理後 1-2 個月左右出現紅喉者，視為催花抽穗，而植株於 2010 年 3 月間抽穗者視為自然抽穗。催花抽穗率以(催花抽穗株數/未自然抽穗株數) × 100% 表示，自然抽穗率以(抽穗株數/處理株數) × 100% 計算之。

四、果實品質分析

鳳梨花序開第一朵小花為始花期，最後一朵小花開放為結束開花，果實達 1/3 至 1/2 轉色時即為果實採收期。鳳梨果實採收期分別在春季、夏初、夏末及秋季，每處理 3 重複，每重複取 10 粒果實，進行果實品質分析，測定果實冠芽長、冠芽重及全果重等。果實榨汁後，果汁以手持屈折糖度計(Hand-held refractometer, ATC-1E, ATAGO, Tokyo, Japan)測定果實之可溶性固形物，以 $^{\circ}$ Brix 表示；可滴定酸含量以 0.1 N 氫氧化鈉進行酸鹼中和滴定，以檸檬酸含量為標準(%表示)。

五、氣象資料

氣象收集記錄器設置於果園附近，試驗期間每小時記錄 1 筆資料，並計算每個生育階段之平均溫度。

六、統計分析

本試驗調查所得之數據，以 Microsoft Excel 軟體進行試算，並以 SAS (SAS system for window 9.0, SAS Institute)套裝軟體進行變方分析(analysis of variance; ANOVA)及最小顯著差異測驗法(least significant difference; LSD)進行統計分析。

結果

一、栽植期對鳳梨「台農 17 號」植株營養生長之影響

冬植和春植之植株自種植後，每隔 3 個月調查植株生育情形。在冬植植株調查結果，經種植 3 個月後，其植株高度、葉長、葉寬及葉片數分別為 25.1 cm、30.8 cm、2.7 cm 及 21.3 片。經 6 個月的生長，植株高度、葉長、葉寬及葉片數分別增加至 47.7 cm、55.6 cm、4.8 cm 及 38.3 片。經 9 個月的生長，植株高度、葉長、葉寬及葉片數分別增加至 68.4 cm、67.5 cm、5.9 cm 及 62.9 片。經 12 個月的生長，植株高度、葉長、葉寬及葉片數分別增加至 78.1 cm、71.8 cm、4.9 cm 及 91.5 片(Fig. 1)。春植植株生長 3 個月後，其植株高度、葉長、葉寬及葉片數分別為 29.4 cm、32.1 cm、3.4 cm 及 26.9 片，經 6 個月的生長後，分別增加至 54.7 cm、55.7 cm、5.7 cm 及 47.7 片。經 9 個月的生長後，分別增加至 66.0 cm、64.3 cm、5.1 cm 及 69.5 片(Fig. 2)。冬植植株在種植後 3-6 個月，生長較快，植株高度增加 22.6 cm，葉長增加 24.8 cm，葉寬增加 2.1 cm。而葉片數則在種植後 6-9 個月及 9-12 個月間增加較多，分別增加 24.6 及 28.6 片。春植植株亦在種植後 3-6 個月間，生長較快，植株高度增加 25.3 cm，葉長增加 23.6 cm，葉寬增加 2.3 cm。葉片數增加較多是在種植後 3-6 個月及 6-9 個月間，分別增加 20.8 及 21.8 片，顯示植株的生長隨時間增加而成正成長。

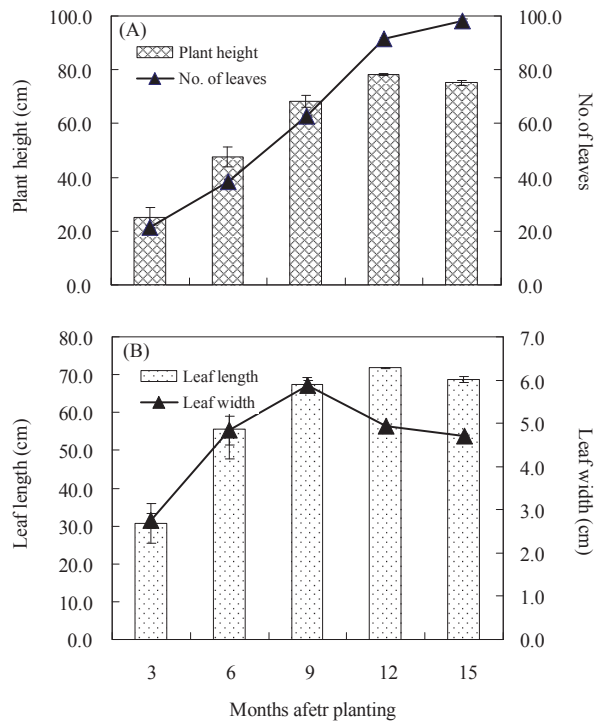


Fig. 1. Changes in plant growth traits for pineapple 'Tainung No.17' planted in winter season.

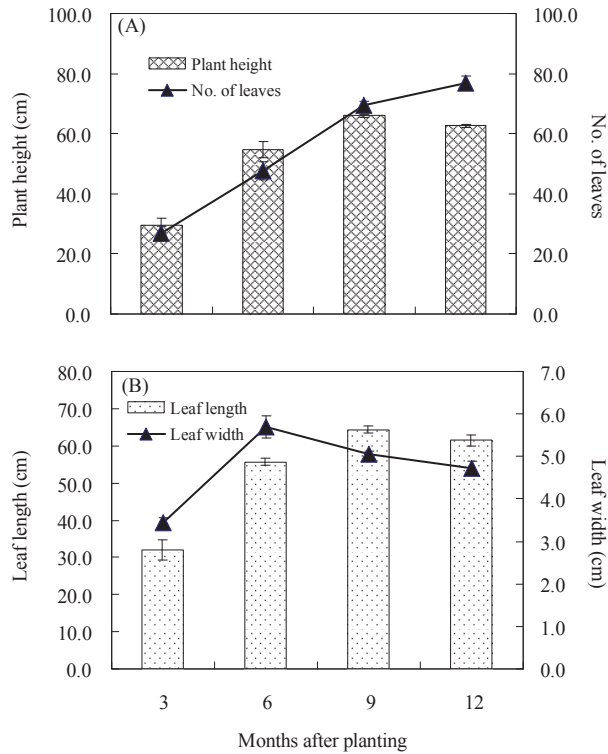


Fig. 2. Changes in plant growth traits for pineapple 'Tainung No.17' planted in spring season.

二、栽植期及催花期對鳳梨「台農 17 號」開花期及果實成熟期之影響

在 2010 年 9 月催花者，在同年 10 月下旬抽穗，翌年 4 月上旬果實成熟，是為春果；在 2010 年 11 月催花者，在翌年 1 月下旬始抽穗，催花後到抽穗期間最長，果實於 6 月下旬至 7 月上旬成熟，是為夏初果；在 2011 年自然抽穗者(未催花處理)，於 3 月中、下旬抽穗，在同年 7 月下旬果實成熟，是為夏末果；在 2011 年 5 月催花者，約 1 個月即抽穗，果實成熟期在 9 月中旬，則為秋果(Table 1)。對照組自然抽穗率冬植及春植均為 93.3%，然 5 月催花冬植及春植的自然抽穗率分別僅為 5.0%及 1.7%，顯示 AVG 處理可有效抑制植株的自然抽穗。依不同催花期冬植的催花

抽穗率分別為 98.3、95.0 及 94.3%；春植的催花抽穗率分別 96.7、96.7 及 98.3%，經 AVG 處理，其催花抽穗率仍可達 98%以上，顯見 AVG 處理不會影響未來催花處理後之抽穗率(Table 2)。

三、栽植期及催花期對鳳梨「台農 17 號」果實生育日數之影響

依 2010 年 9 月、11 月、2011 年自然抽穗期(3 月中旬)及 2011 年 5 月之催花期，冬植植株自抽穗到始花日數分別為 28.9、70.3、41.3 及 23.8 日，而春植植株自抽穗到始花日數則分別為 29.0、74.4、39.3 及 24.2 日。冬植植株自始花至結束開花日數分別為 34.9、20.8、21.1 及 20.8 日，春植植株自始花至結

Table 1. Effects of planting month and flower forcing date on the dates (yy/mm/dd) of flowering and fruit harvest in pineapple 'Tainung No.17'.

Planting month		Date of flower forcing	Date of inflorescence emergence	Date of first Flowering	Date of end flowering	Date of fruit harvest
2009/12	A	2010/09/09	2010/10/19	2010/11/17	2010/12/21	2011/04/03
	B	2010/11/04	2011/01/27	2011/04/08	2011/04/28	2011/07/03
	C	2011/Natural flowering	2011/03/17	2011/04/27	2011/05/19	2011/07/24
	D	2011/05/03	2011/06/06	2011/06/29	2011/07/20	2011/09/16
2010/03	A	2010/09/09	2010/10/18	2010/11/16	2010/12/19	2011/04/02
	B	2010/11/04	2011/01/23	2011/04/07	2011/04/28	2011/06/29
	C	2011/Natural flowering	2011/03/22	2011/04/30	2011/05/18	2011/07/23
	D	2011/05/03	2011/06/06	2011/07/01	2011/07/20	2011/09/14

Table 2. Effects of planting month and flowering forcing date on percent natural flowering and flowering percentage after forcing treatment in pineapple 'Tainung No.17'.

Planting month	Date of flower forcing	Percent natural flowering (%)	Flowering percentage after forcing treatment (%)
2009/12	2010/09/09	1.7 b ^z	98.3 a
	2010/11/04	0.0 b	95.0 a
	2011/Natural flowering	93.3 a	-
	2011/05/03	5.0 b	94.3 a
2010/03	2010/09/09	3.3 b	96.7 a
	2010/11/04	1.7 b	96.7 a
	2011/Natural flowering	93.3a	-
	2011/05/03	1.7 b	98.3 a

^z Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

束開花日數則分別為 33.2、20.2、17.1 及 19.8 日。又冬植植株自結束開花到果實採收日數分別為 102.0、65.2、67.1 及 57.9 日，春植植株自結束開花到果實採收日數則分別為 103.9、62.0、66.5 及 55.8 日。而冬植植株自抽穗到果實採收日數分別為 166.0、156.2、129.7 及 102.6 日，春植植株自抽穗到果實採收日數則分別為 166.1、156.6、123.0 及 99.8 日(Table 3)。依統計結果顯示，不論冬植或春植，自抽穗到始花的日數，以 2011 年 5 月催花者日數最短僅需 24.2 日，而以 2010 年 11 月催花者最長，需 70 日以上，二個催花期之間相差 50 日，在統計上達顯著差異。自始花到結束開花日數，以 2010 年 9 月催花者日數最長，需 33.2–34.9 天，除自然抽穗期春植者為 17.1 日最短外，其餘處理均為 19.8–21.1 日，在統計上無顯著差異。自結束開花到果實採收日數，以 2010 年 9 月催花者需 102.0–103.9 日，而以 2011 年 5 月催花者日數最短需 55.8–57.9 日，二者日數亦相差 46 日，在統計上達顯著差異；而 2010 年 11 月催花者及 2011 年自然抽穗者約需 2 個月，此二時期日數差異不大。若統計自抽穗到果實採收所需日數，以 2010 年 9 月催花者所需日數最

長，需 166.0–166.1 日，而以 2011 年 5 月催花者最短，為 99.8–102.6 日，各催花處理均呈顯著差異(Table 3)。於 9 月至 5 月之間，隨著催花期延後，自抽穗到果實採收的發育日數有縮短之趨勢。

四、栽植期及催花期對鳳梨「台農 17 號」鳳梨果實品質之影響

如前述，催花期分別為 2010 年 9 月、11 月、2011 年自然抽穗期(3 月中旬)及 2011 年 5 月，其果實採收期分別為春果、夏初果、夏末果及秋果(Table 1)。冬植植株生產之果實冠芽長度依前述採收期分別為 9.7、22.6、20.8 及 20.9 cm，而春植者分別為 10.2、17.2、19.8 及 19.2 cm。若以果實採收期對冠芽之影響觀之，不論栽植期為冬植或春植，其春果之冠芽長度為所有採收期中最短者，僅分別為 9.7 及 10.2cm，其他採收期之果實，其冠芽均在 17.2 cm 以上甚至長達 22.6 cm，且在統計上達顯著差異(Table 4)。

進一步以重量觀之，冬植植株所生產之春果、夏初果、夏末果及秋果之冠芽重量分別為 76.4、201.6、168.2 及 145.0 g，而春植者各採收期之冠芽重量分別為 76.5、169.6、

Table 3. Effects of planting month and flower forcing date on fruit development in pineapple 'Tainung No.17'.

Planting month	Date of flower forcing	Inflorescence emergence to flowering (d)	Days to end flowering (d)	End flowering to fruit harvest (d)	Inflorescence emergence to fruit harvest (d)
2009/12	2010/09/09	28.9 ± 0.9e ^z	34.9 ± 1.4a	102.0 ± 0.6a	166.0 ± 1.6a
	2010/11/04	70.3 ± 1.3b	20.8 ± 1.7b	65.2 ± 0.2bc	156.2 ± 2.1b
	2011/Natural flowering	41.3 ± 0.4c	21.1 ± 0.9b	67.1 ± 0.5b	129.7 ± 0.7c
	2011/05/03	23.8 ± 0.1f	20.8 ± 0.7b	57.9 ± 2.2d	102.6 ± 2.4e
2010/03	2010/09/09	29.0 ± 0.6e	33.2 ± 1.5a	103.9 ± 2.2a	166.1 ± 2.3a
	2010/11/04	74.4 ± 1.5a	20.2 ± 1.3b	62.0 ± 2.3c	156.6 ± 2.5b
	2011/Natural flowering	39.3 ± 1.1d	17.1 ± 2.9c	66.5 ± 3.9b	123.0 ± 4.5d
	2011/05/03	24.2 ± 1.0f	19.8 ± 1.4bc	55.8 ± 1.3d	99.8 ± 1.7e

Data represent mean ± standard deviation (n = 20).

^z Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

Table 4. Effect of planting month on fruit quality in pineapple 'Tainung No.17'.

Planting month	Date of harvest ^z	Crown length (cm)	Crown weight (g)	Fruit weight (g)	TSS ^y (°Brix)	Titrateable acidity (%)	TSS/titrateable acidity
2009/12	2011/04/02	9.7±0.5c ^x	76.4±4.9d	1582.4±96.2b	13.3±0.1d	0.80±0.05b	17.1±0.8d
	2011/07/02	22.6±6.3a	201.6±16.9a	1959.0±116.7a	14.2±0.6c	0.39±0.02e	36.5±0.9ab
	2011/07/24	20.8±0.4ab	168.2±9.9b	1299.6±30.8c	15.3±0.4b	0.45±0.01cd	34.8±0.5bc
	2011/09/07	20.9±0.4ab	145.0±3.8bc	1563.9±51.5b	15.5±0.4b	0.47±0.01cd	33.8±0.4c
2010/03	2011/04/02	10.2±0.2c	76.5±9.6d	1171.8±45.9c	13.7±0.2cd	0.94±0.05a	15.1±0.7d
	2011/06/28	17.2±2.0b	169.6±31.8b	1640.1±116.1b	14.2±0.7c	0.39±0.01e	36.9±1.7ab
	2011/07/22	19.8±0.3ab	162.6±10.0b	1260.6±50.0c	16.2±0.3a	0.44±0.02de	38.5±2.2a
	2011/09/12	19.2±2.3ab	131.1±24.9c	1291.2±197.3c	16.4±0.4a	0.49±0.02c	33.7±1.8c

^z Fruit harvested on 2011/4/2 is 'spring fruit', on 2011/06/28-07/02 is 'early-summer fruit', on 2011/7/22-24 is 'late-summer fruit', and on 2011/9/7-12 is 'autumn fruit', respectively.

^y TSS: total soluble solids.

^x Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

162.6、145.0 及 131.1 g。顯示：不論冬植或春植，冠芽重量亦以春果較輕，約 76 g，而最重者為冬植夏初果，為 201.6 g，二者在統計上達顯著差異(Table 4)。冬植植株所生產之春果、夏初果、夏末果及秋果之全果重分別為 1,582.4、1,959.0、1,299.6 及 1,563.9 g，春植的全果重分別為 1,171.8、1,640.1、1,260.6 及 1,291.2 g。顯示，若以全果重觀之，則冬植夏初果最重，達 1,959 g，其次為冬植的春果、秋果及春植的夏初果，重量為 1,563.9-1,640.1 g，冬植的夏末果及春植春果、夏末果及秋果則較輕，果重介於 1171.8-1299.6 g，在統計上達顯著差異(Table 4)。

冬植的植株所生產之春果、夏初果、夏末果及秋果，其可溶性固形物含量分別為 13.3、14.2、15.3 及 15.5°Brix，春植者則分別為 13.7、14.2、16.2 及 16.4°Brix (Table 4)。顯示，春植的夏末及秋果的可溶性固形物含量較高，分別達 16.2 及 16.4°Brix；而冬植的春果最低，僅有 13.3°Brix，在統計上達顯著差異。冬植的植株所生產之春果、夏初果、夏末果及秋果，其可滴定酸分別為 0.80、0.39、0.45 及 0.47%，而春植者分別為 0.94、

0.39、0.44 及 0.49%(Table 4)。顯示，春植者之春果可滴定酸含量最高，達 0.94%，其次是冬植的春果為 0.80%，最低的是冬植及春植的夏初果同為 0.39%。冬植的植株所生產之春果、夏初果、夏末果及秋果，其糖酸比分別為 17.1、36.5、34.8 及 33.8，春植的糖酸比分別為 15.1、36.9、38.5 及 33.7。糖酸比以春植的夏末果最高，達 38.5，而春植的春果最低，僅為 15.1，有偏低之趨勢(Table 4)。

五、鳳梨「台農 17 號」生育期溫度變化

鳳梨各生育階段溫度之變化會影響生育日數及果實品質。不論冬植或春植，依催花期 2010 年 9 月、11 月、2011 年自然抽穗期(3 月中旬)及 2011 年 5 月，各處理自抽穗至開花平均溫度分別為 20.3、15.2、18.4 及 25.9 °C，各處理自始花至結束開花平均溫度分別為 18.1、20.9、23.1 及 25.3°C，各處理自結束開花到果實採收平均溫度分別為 14.5、24.3、25.0 及 25.8°C，而自抽穗到果實採收平均溫度分別為 16.3、19.6、22.5 及 25.7°C (Table 5)。隨著催花時間愈晚，各階段生育期的平均溫度亦愈高。

Table 5. Mean temperatures of fruit development periods in pineapple 'Tainung No.17'.

Planting month	Date of flower forcing	Inflorescence emergence to flowering	Days to end flowering	End flowering to fruit harvest	Inflorescence emergence to fruit harvest
2009/12 and 2010/03	2010/09/09	20.3°C	18.1°C	14.5°C	16.3°C
2009/12 and 2010/03	2010/11/04	15.2°C	20.9°C	24.3°C	19.6°C
2009/12 and 2010/03	2011/Natural flowering	18.4°C	23.1°C	25.0°C	22.5°C
2009/12 and 2010/03	2011/05/03	25.9°C	25.3°C	25.8°C	25.7°C

討論

鳳梨「台農 17 號」係臺灣主要的栽培品種，南部地區 7 月高溫期間之果實品質較差，若能將中部地區的產期調節至 9 月，既能維持高品質又可提升產品價格，而增加農民收益。催花時，植株大小會影響果實大小(Chang 1993, Turnbull *et al.* 1993, Rabie *et al.* 2000)。不同栽植期處理，在植株高度、葉長及葉片數均以冬植較春植者高，顯示鳳梨生育期間愈長，植株生長愈高大，即植株發育隨栽植期的提前而促進。冬植及春植植株生長趨勢，冬植在 15 個月及春植 12 個月時葉片數增加，其餘皆減少(Fig. 1 及 Fig. 2)。此時，正值冬季 12 月至 3 月氣溫較低，生長減緩，因此株高略有降低趨勢，主要原因在於植株抽穗後株形較開張，而使得植株株高量測值下降。有學者指出，鳳梨應用藥劑催花處理時，應在植株生長至完全葉 35 片以上，產量及品質較穩定(Chang 1978)。本試驗以累計葉片數統計，植株於 2010 年 9 月催花時冬植葉片數已達 62.9 片，春植葉片數 47.7 片，催花率皆可達 96.7% 以上，植株已達催花標準及生產果實。

栽植期及催花期會因植株大小的差異，影響果實重量。冬植 11 月催花的全果重最重，平均達 1,959 g，其次為春植 11 月催花的果實 1,640 g。除自然抽穗期外，其餘的冬植均較春植全果重為重，可能因植株生育期

長，催花時植株已大，累積許多養分供果實發育。鮮食鳳梨植株的生長易受生產地區氣候影響，尤其是日照及溫度，也同時影響採收期和果實品質(Wassman 1990, Smith 1993)。鳳梨果實為多花果，生長速度隨著時間持續的進展，以溫度為主要影響因子(Bartholomew and Malezieux 1994)。鳳梨果實自開花至成熟所需日數可作為採收成熟度指標，而溫度會影響鳳梨的發育。在低溫逆境下，熱帶作物的鳳梨植株發育將趨緩慢甚至生長停滯。當果實(植株)發育期環境溫度達 32°C 時，其生長量呈直線增加，果實發育至成熟日數可縮短 29 日(Wassman 1990)。據此可推測，當果實發育期之平均溫度較低時，將需要更高之生長日積溫以使果實達到成熟，因此需要更長之發育日數。不同月份催花處理造成植株抽穗所需時間存在差異，可能係受到溫度影響所致，鳳梨的花芽形態分化及果實發育所需的時間隨著溫度下降將相對延長。從試驗結果可知，不同月份催花的鳳梨果實發育所需的日數不同，在 9 月催花後因為平均氣溫逐漸降低，尤其在結束開花至果實成熟期間，平均溫度僅有 14.5°C，發育天數長達 102.8 日。11 月催花者，從抽穗到開花天數為 72.5 日，此時平均溫度為 15.2°C，較其他催花期低。在 5 月催花者，各階段的果實發育期平均溫度皆在 25°C 以上，自抽穗到果實成熟僅需 101.2 日，較 9 月催花者縮短 2 個月。由此可推測，鳳梨果實發育期

的長短，隨著溫度的下降，將相對延長果實發育所需的時間。有研究報告指出，在法屬留尼旺島(12月至3月為夏季，3月至11月為冬季)栽培鳳梨'Queen Victoria'品種，分別於9月、2月分別種植250公克及225克之吸芽，結果顯示植株生長速度2月種植者明顯低於9月種植，其原因為2月種植的平均溫度較低為21.8°C，而9月種植為24.1°C (Dubois *et al.* 2011)。Chang (1978)在鳳梨「台農4號」以電石及萘乙酸(NAA)藥劑處理，試驗結果顯示9月後催花，果實生長後期進入低溫季節，以致果實成熟延緩；若抽穗期在3月後，果實生長與成熟均在高溫季節，故果實成熟較快。綜合上述研究顯示，溫度會影響植株及果實生育，與本試驗結果相似。

果實酸度與糖度是主要影響鳳梨鮮食品質之因子，一般以糖酸比來表示(Soler 1992, Saradhuldhat and Paull 2007)。有報告指出夏季果實總可溶性固形物較高(Singleton and Gortner 1965, Simth 1993)，冬季生產(2月)的果實酸度高、糖酸比低，夏季生產者具較佳糖酸比(Chen *et al.* 2009)。果實可滴定酸

含量，夏季含量明顯低於冬季，即使冬季果實達充分成熟時，其生育於低溫季節成熟果實之可滴定酸含量亦很高(Chan *et al.* 1973, Kermasha *et al.* 1987, Wassman 1990, Simth 1993, Sornsrivichai *et al.* 2000)。鳳梨為景天酸代謝植物(Crassulacean acid metabolism plant; CAM plant)，在低溫期會大量累積有機酸(Medina *et al.* 1993)，其細胞累積檸檬酸與溫度、日照量或逆境有關，且遮蔭會增加鳳梨屬植物細胞可滴定酸及有機酸的累積(Sale and Neales 1980, Medina *et al.* 1993)。本試驗於4月採收的春果，果實發育期正值冬季，氣溫、日照量均較低，加上寒流的低溫逆境，平均溫度僅14.5°C，最低溫亦有10°C以下者(Fig. 3)，可滴定酸高達0.94%，造成有機酸消耗慢而累積。至於7月至9月採收的果實，果實發育期在春季，平均溫度達25°C，可滴定酸明顯的降為0.39–0.49%。Moradahahi *et al.* (1977)報告指出當鳳梨在較高溫下(25–35°C)，有助於蘋果酸的分解，本試驗當採收期在平均溫度均達25°C以上時(最高溫亦超過30°C)，得到類似結果。

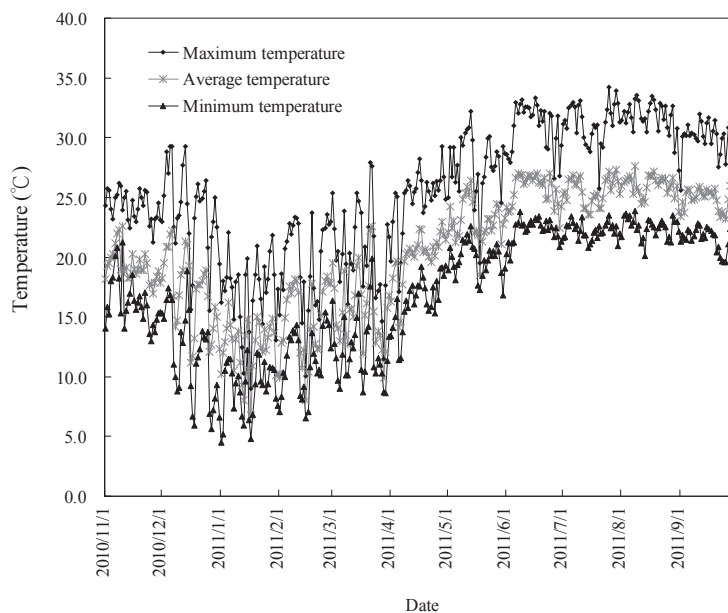


Fig. 3. Changes in daily maximum, average, and minimum temperatures during the experiment period.

國內外研究報告均顯示，AVG 可抑制鳳梨自然抽穗開花。Kuan *et al.* (2005) 在鳳梨「台農 18 號」以 AVG 濃度為 250、375、500 mg L⁻¹ 加上 0.02% 展著劑，每隔 20 天施用 1 次，連續 3 次，發現皆可抑制 40-50% 鳳梨自然開花。而在鳳梨「台農 17 號」的試驗上，施用濃度為 500 mg L⁻¹ 加 0.02% 展著劑，每隔 10 天或 15 天，共施用 4 次或 5 次，處理組可較對照組延長 7 週抽穗 (Wang *et al.* 2007)。而在鳳梨「MD-2」的試驗，每隔 1 週或 2 週施用 100 mg L⁻¹ AVG，亦可延遲開花及降低自然抽穗 (Rebolledo *et al.* 2007, Bartholomew and Uruu 2009)。另 Rabie *et al.* (2011) 以 100 mg L⁻¹ AVG 施用於鳳梨「Queen」上，每隔 7 天 (共施 10 次) 或 14 天 (共施 6 次) 施用一次，其自然抽穗率分別為 0.5% 及 2%，遠低於對照組之 45%。本試驗以 AVG 濃度為 200 mg L⁻¹ 並添加 0.067% 倍展著劑處理後，自然抽穗率為 5% 以下，顯示可有效抑制鳳梨「台農 17 號」的自然花芽分化，其催花率達 98.3%，且果實品質與夏果無顯著差異。此結果與 Tsai and Kuan (2013) 每株施用 7.5 mL 之 150 mg L⁻¹ 及 250 mg L⁻¹ AVG，並添加 0.067% 展著劑，可有效抑制鳳梨「台農 17 號」的自然抽穗雷同。所以，在中部地區生產秋果鳳梨，可於冬季種植，再利用 AVG 濃度為 200 mg L⁻¹ 並添加 0.067% 倍展著劑，每隔 14 天處理 1 次，共 7 次，並於 5 月催花，約經 3 個月即可採收。尤有甚者，人工催花後依然能維持所生產果實的品質。其次，鳳梨抽穗至開花成熟日數長短及果實品質，皆因季節而異，以溫度為最重要影響因素，而可滴定酸受環境變化的影響較大於可溶性固形物。

引用文獻

- Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC (2014) Agricultural Statistics Yearbook. Taipei. <http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/boo k/Book.aspx>
- Chang CC (1978) Studies on the effect of CaCl₂ and NAA in promotion to the flower bud formation and the influence to the fruit quality of the pineapple. (in Chinese with English abstract) **J. Agric. Res. China** 27:67-75.
- Chang CC (1993) Effects of planting time on fruit shapes and quality of 'Tainung No. 4' pineapple. (in Chinese with English abstract) **J. Agric. Res. China** 42:380-386.
- Bartholomew DP, G Uruu (2009) Effects of ReTain on natural induction of reproductive development of MD-2 pineapple. **Pineapple News** 16:34-38. <http://www.ishs-horticulture.org/working groups/pineapple/PineNews16.pdf>
- Bartholomew DP, EP Malezieux (1994) Pineapple. p.243-291. In: Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol. II. Sub-tropical and Tropical Crops. B Schaffer, PC Andersen (Eds.) CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Chan HT, E Chtchin, P Vonnahme (1973) Nonvolatile acid in pineapple juice. **J. Agric. Food Chem.** 21:208-211.
- Chen NJ, RE Paull, CC Chen, P Saradhuldhath (2009) Pineapple production for quality and postharvest handling. **Acta Hort.** 822:253-260.
- Dubois C, P Fournier, PA Marie-Alphonsine, A Soler (2011) Temperatures, basis for a heat-unit model of vegetative growth. **Acta Hort.** 902:263-267.
- Kermasha S, NN Barthakur, I Alli (1987) Changes in chemical composition of the kew cultivar of pineapple fruit during development. **J. Sci. Food Agric.** 39:317-324.
- Kuan CS, CW Yu, ML Lin, HT Hsu, DP Bartholomew, CH Lin (2005) Foliar application of aviglycine reduces natural flowering in pineapple. **HortSci.** 40:123-126.
- Medina E, M Popp, E Olivares, H P Janett, U Lutttge (1993) Daily fluctuations of titratable acidity, content of organic acids (malate and citrate) and soluble sugars of varieties and wild relatives of *Anana comosus* L. growing under natural tropical conditions. **Plant Cell Environ.** 16:55-63.
- Moradahahi A, HM Vines, CC Black (1977) CO₂ exchange and acidity levels in detached pineapple (*Anana comosus* (L.) Merr.) leaves during the day at various temperatures, O₂ and CO₂ concentrations. **Plant Physiol.** 59:274-278.

- Rabie EC, HA Tustin, KT Wesson (2000) Inhibition of natural flowering occurring during the winter months in Queen pineapple in Kwazulu-Natal, South Africa. **Acta Hort.** 529:185–190.
- Rabie EC, BW Mbatha, HA Tustin (2011) The effect of aviglycine application rate and frequency on the inhibition of natural flowering of ‘Queen’ pineapple in South Africa. **Acta Hort.** 902:281–290.
- Rebolledo L, D Uriza, AL Del Angel, A Rebolledo (2007) Inhibitors of MD-2 pineapple natural flowering in Mexico: rate, number and date of application. p.72-73. *In: Proceedings of the VI Intl. Pineapple Symposium.* 18-23 November 2007. João Pessoa, Paraiba, Brazil.
- Sale PJM , TF Neales (1980) Carbon dioxide assimilation by pineapple plants, *Ananas comosus* (L.) Merr. I. Effects of daily irradiance. **Aust. J. Plant Physiol.** 7:363–373.
- Saradhuldhat P, RE Paull (2007) Pineapple organic acid metabolism and accumulation during fruit development. **Sci. Hort.** 112:297–303.
- Selamat MM (1997b) The effect of size of planting materials on the growth, yield, and fruit quality of pineapple cv ‘Gandul’ grown on deep peat soil in the humid tropics Malaysia. **Acta Hort.** 425:377–384.
- Smith LG (1993) Optimisation of fresh-marker pineapple eating quality in Queensland. **Acta Hort.** 334:287–294.
- Soler A (1992) Pineapple. CIRAD-RFA, Paris, France. 48 pp.
- Sornsrivichai J, T Yantarasri, K Kalayanamitra (2000) Nondestructive techniques for quality evaluation of pineapple fruits. **Acta Hort.** 529: 337–341.
- Singleton VL, WA Gortner (1965) Chemical and physical development of pineapple fruit. II. Carbohydrate and acid constituents. **J. Food Sci.** 30:19–23.
- Tsai HW, CS Kuan (2013) Effect of aviglycine application on delaying natural flowering and fruit quality in ‘Tainung No. 17’ pineapple. (in Chinese with English abstract) **J. Taiwan Soc. Hort. Sci.** 59:183–190.
- Turnbull CGN, KL Anderson, AAJ Shorter, RJ Nissen, ER Sinclair (1993) Ethephon and causes of flowering failure in pineapple. **Acta Hort.** 334:83–92.
- Wang RH, YM Hsu, DP Bartholomew, S Maruthasalam, CH Lin (2007) Delaying natural flowering in pineapple through foliar application of aviglycine, an inhibitor of ethylene biosynthesis. **HortSci.** 42:1188–1191.
- Wassman RC (1990) Effects of seasonal temperature variations on pineapple scheduling for canning in Queensland. **Acta Hort.** 275:131–139.