

鳳梨釋迦採後控溫處理及全果冷凍保鮮技術之開發

陳盈方¹、江淑雯²、盧柏松³

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場作物改良課 助理研究員

²行政院農業委員會臺東區農業改良場斑鳩分場 副研究員

³行政院農業委員會臺東區農業改良場斑鳩分場 研究員兼分場長

摘 要

鳳梨釋迦受限檢疫與果實生理特性，外銷通路受限亟需開發新型態貯運方式拓展銷售通路。本試驗探討以溫度對鳳梨釋迦果實進行催熟，俾生產軟熟程度一致之果品，成為均質之加工原料，並搭配抑菌及冷凍技術，生產安全可食用之全果冷凍產品。結果顯示鳳梨釋迦果實以25℃催熟處理之表現較佳，可做為冷凍果實之良好原料。抑菌處理可降低微生物對冷凍果品之影響，其中以酒精及A濃度次氯酸水處理之果品品質較佳；急速冷凍為最適合鳳梨釋迦果實之冷凍方法。本研究結果顯示果實以25℃催熟、酒精抑菌處理進行全果急速冷凍方式，為較佳之全果冷凍保鮮技術。期待全果冷凍之新型態產品，能拓展鳳梨釋迦銷售通路，注入產業加值創新活力。

一、前言

鳳梨釋迦鮮果外銷量每年約1萬公噸，但外銷時間集中在每年12月至翌年1-4月間，且外銷量99%集中在中國大陸，產業潛伏極大風險，急需拓展其他海外市場及改善鳳梨釋迦鮮果外銷之型態，以穩定鳳梨釋迦產業發展。受限檢疫貿易條件與果實生理特性，許多國家目前無法直接以番荔枝(釋迦、鳳梨釋迦)鮮果方式外銷，亟需開發新型態果品以拓展銷售通路。若番荔枝(釋迦、鳳梨釋迦)能以冷凍果品進行外銷，既可克服檢疫問題，且冷凍果品有利於長期儲運及不受產季之影響，全年均可穩定供應，應有助於開拓更廣大之銷售市場。

鳳梨釋迦為典型更年性水果，果實採收後4-8天軟熟，溫度越高軟熟越快；鳳梨釋迦後熟之適當溫度為16~28℃，於28℃後熟最快速，若於

32°C則果實品質不佳⁽⁷⁾。為開發鳳梨釋迦全果冷凍保鮮及加工技術，必須搭配鮮果催熟條件，使果實可於同時間後熟且成熟度一致，以利進行冷凍處理，目前鳳梨釋迦果實均採取自然後熟，後熟天數及品質差異頗大，為果實加工處理之主要限制因子。

本試驗探討溫度對鳳梨釋迦果實後熟品質之影響，以生產一致軟熟程度之果品，提供均質之加工原料，並開發抑菌及冷凍技術，生產安全可食之全果冷凍產品。

二、材料與方法

(一)試驗材料：臺東縣卑南鄉農友生產之鳳梨釋迦硬熟果(7-8分熟)，果實採收期為2019年1月22日果實。

(二)處理方法：試驗果品採收後，當日以裸果放置恆溫箱內進行催熟處理，溫度分別為25°C及30°C等2種處理，另以放置室溫為對照。

(三)調查項目：包括果實重量、軟熟天數、果肉品質、口感、可溶性固形物等，說明如下：

- 1.果實失重：用採收重量扣除軟熟果重為失重，除以採收之果重，即為果實失重率，以百分率表示。
- 2.軟熟天數：為鳳梨釋迦果實，採收後進行溫度處理，至達可食用程度之所需日數。
- 3.果肉口感：依人為品評評分，口感質地分為0-3級，3：正常，2：果肉少彈性，1：果肉無彈性，0：果肉軟綿呈糊狀。
- 4.果肉可溶性固形物(soluble solids)以數字式折射儀(Palette PR-32 α , Atago)測定，取果肉中間部位測量。

(四)鮮果抑菌方法：軟熟果以三種抑菌處理，分別為70-75%酒精(景明化工, 臺灣)、100ppm次氯酸水及200ppm次氯酸水(Sabre Z, 小澤物產, 日本)進行消毒後，以相同方法進行冷凍，儲存於-20°C，觀察果品外皮色澤變化及果肉品質。

(五)冷凍處理方法：經抑菌處理的果實，分別為急速冷凍(T10, ICEMATIC, 義大利)及一般冷凍等二種冷凍方式進行處理，冷凍過程

結束後，將果品儲存於-20℃，經28天後，觀察果品外皮色澤變化及果肉品質。

(六)冷凍果品解凍條件：以微波加熱解凍方式(NN-S565, Panasonic, 日本)，探討不同催熟、抑菌及冷凍處理之鳳梨釋迦果品品質，微波條件為解凍40秒，將冷凍果實剖面後放置於室溫25℃，每60分鐘觀察果品變化。

(七)品質分析：以果皮色澤(LHC, Lab)、褐變指數(Browning index, BI%)、可溶性固形物含量(°Brix)、酸度(g/100g)及維生素C含量(mg/L)等品質參數，評估技術條件。

(八)加工指標參數：為色澤、褐變指數、可溶性固形物、酸度、糖酸比、維生素C及質地剖面分析，說明如下：

1.色澤分析(color analysis)：(1)冷凍樣品色澤分析，利用手持式色差計(CR-10,KONICA MINOLTA)測量色澤數值，明度(L*)為色澤明亮程度，色彩(H*)為色相環之顏色，彩度(C*)為色彩顏色之深淺，每重複1顆果實，每處理6重複，取平均值。(2)褐變指數為換算值，利用手持式色差計(CR-10,KONICA MINOLTA)測量Lab值，作為褐變指數計算之原始數據，每重複1顆果實，每處理6重複，取平均值。褐變指數(BI)公式： $BI = (X - 0.31) / 0.172 \times 100\%$ ； $X = (a + 1.75L) / (5.645L + a - 3.012b)$ 。

2.可溶性固形物含量(°Brix)、酸度：(a)可溶性固形物利用數位式屈折度計(PAL-J, ATAGO, Japan)量測果肉樣品含量，取果肉上、中、下三個點，每重複1顆果實，每處理6重複，取平均值。(b)酸度(g/100g)：依照CNS8626方法製備樣品，以酸度自動滴定儀(AT710S, KEM Kyoto)量測酸度，每重複1顆果實，每處理6重複，取其平均值。

3.維生素C含量(mg/L)：取均質樣品10g，以維生素C試紙(Ascorbic Acid Test, Merck)沾取樣品，利用反射式分光光度計(RQ, Merck)量測數值，每重複1顆果實，每處理6重複，取其平均值。

4.適口性分析則以物性測試儀，進行質地剖面分析(Texture Profile Analysis, TPA)，建立各項參數，並進行官能品評評估。質地剖面分

析將冷凍鳳梨釋迦果品於25℃解凍20分鐘後，置於不銹鋼底盤上，以物性測定儀(Texture Analyzer, Lloyd TA1, England)，做質地剖面分析。其方法是以直徑0.2公分之測定棒，上下移動速率1 mm/s，對樣品進行兩次壓縮，所得力與時間曲線圖，分別測得冷凍樣品的咀嚼性(chewiness, N)、黏稠性(stringiness, mm)等2項物理性質分析結果，取平均值。

(九)統計分析：本實驗數據均使用統計分析軟體SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute, U.S.A.)進行最小顯著差異法分析(Fisher's Least Significant Difference, LSD)。

三、結果與討論

(一)採後控溫處理對鳳梨釋迦果實後熟狀態及冷凍品質之影響：

- 1.鳳梨釋迦鮮果以25℃(Treatment A)或30℃(Treatment B)恆溫箱及室溫(Treatment C)處理，結果顯示果實失重及後熟天數在處理間有顯著差異(表1)，果肉口感及可溶性固形物則無差異，顯示25℃處理(Treatment A)果實失重少於30℃處理(Treatment B)，且後熟天數也較短；但是25℃及30℃溫度處理之裂果率高，分別89%及100%，且高於對照(33%)。
- 2.前述同批果實經冷凍處理後，觀察果實外觀比較，色彩數值越高，表示越接近鮮果顏色，試驗結果顯示(圖1、表2)，各處理果實外觀於明度無顯著差異，色彩、彩度及褐變指數具極顯著差異，以25℃處理(Treatment A)果實其色彩及彩度表現較佳，色彩為93.2，彩度為37.4，雖褐變指數較高，但其色彩及彩度最接近鮮果外觀。
- 3.冷凍果實適口性表現及品質分析結果顯示(表3)，各處理於咀嚼性具極顯著差異，黏稠性具顯著差異，25℃處理(Treatment A)咀嚼性18.9(N)及黏稠性40.25(mm)表現最佳。各處理於可溶性固形物、酸度及維生素C含量具極顯著差異，其中以25℃處理(Treatment A)可溶性固形物28.7(°Brix)最高，酸度0.46(g/100g)及維生素C含量194.50(mg/L)次之。

綜合表現以25℃處理為冷凍果品最佳之鮮果採後處理條件。

表1. 控溫處理對鳳梨釋迦²鮮果果實後熟狀態及品質之影響

Table 1. Effect of temperature control on the quality of atemoya ripening fruit.

Treatment	Fruit loss weight* (%) ^y	Ripe days **	Fruit taste	soluble solids (°Brix)
A(25°C)	8.5±0.3b	6.7±0.1b	3.0±0.0	27.8±0.8
B(30°C)	10.8±0.4a	7.5±0.2a	3.0±0.0	26.7±0.8
C(Room temperature ^x)	9.1±1.0ab	7.7±0.2a	3.0±0.0	27.7±1.1

^xFruit weight was 1017.2±22.6 g.

^yMean ± standard error (n=15). F-test of ANOVA. * and **, significant at 5% and 1% levels, respectively. Means with each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

^zAverage temperature (from January 22, 2019 to January 30, 2019) in Panchiu branch station was 16.8°C.

Treatment A
(25°C)

Treatment B
(30°C)

Treatment C
(RT)

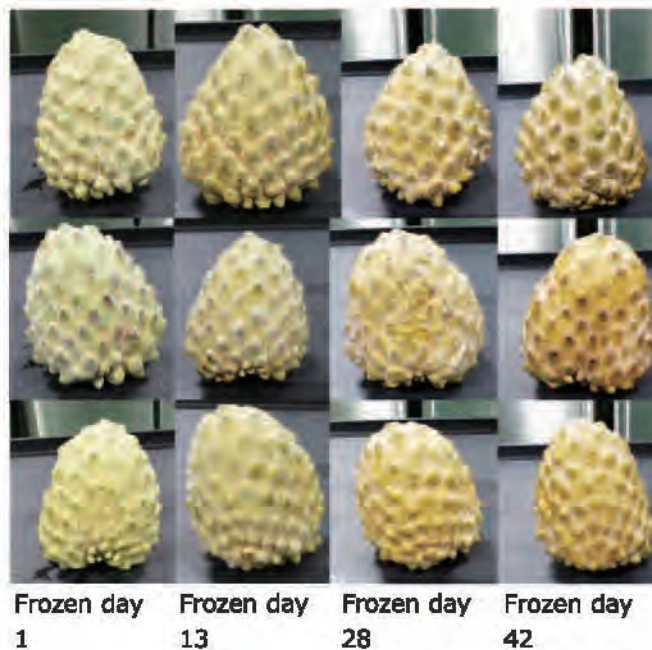


圖1. 控溫處理(A、B、C)經相同抑菌及冷凍處理對鳳梨釋迦果實之外觀比較。
Fig. 1. Different temperature treatment (A, B, C) were compared to the appearance of atemoya fruit by the same sanitization and frozen method.

表2. 控溫處理對鳳梨釋迦冷凍果實果皮外觀之影響

Table 2. Effect of temperature control on the appearance of atemoya frozen fruit.

Treatment	Fruit peel color ^z			Browning index** (%)
	L	H**	C**	
A(25°C)	48.7 ± 1.4	93.2 ± 0.4a	37.4 ± 1.3a	121.4 ± 3.0a
B(30°C)	49.9 ± 2.2	92.2 ± 0.5b	35.9 ± 1.5a	111.4 ± 10.1b
C(Room temperature ^x)	49.5 ± 1.1	92.0 ± 0.2b	34.2 ± 0.3b	104.3 ± 4.9b

^z Mean ± standard error (n=6). F-test of ANOVA. * and **, significant at 5% and 1% levels, respectively. Means with each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表3. 控溫處理對鳳梨釋迦冷凍果實適口性及品質之影響

Table 3. Effect of temperature control on the palatability and quality of atemoya frozen fruit.

Treatment	Chewiness* (N)	Stringiness* (mm)	Soluble solids** (°Brix)	Acidity** (g/100g)	Ascorbic acid** (mg/L)
A(25°C)	18.9 ± 10.0a	40.2 ± 20.6a	28.7 ± 0.1a	0.46 ± 0.01b	194.50 ± 18.52b
B(30°C)	15.5 ± 8.3b	25.3 ± 11.9b	26.9 ± 0.5c	0.33 ± 0.01c	136.50 ± 10.65c
C(Room temperature ^x)	10.9 ± 6.1b	27.3 ± 8.5b	27.7 ± 0.3b	0.58 ± 0.01a	283.00 ± 18.33a

^z Mean ± standard error (n=6). F-test of ANOVA. * and **, significant at 5% and 1% levels, respectively. Means with each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

(二)探討抑菌及冷凍處理對果品之影響：

鳳梨釋迦果實經相同催熟處理(25°C)，以酒精、次氯酸水消毒後，進行急速冷凍及一般冷凍，果品儲藏於-20°C，於果品褐化終點前剖面觀察，進行果實品質分析。

- 剖面觀察試驗結果顯示(圖2、圖3)：(1)次氯酸水消毒搭配急速冷凍處理組，其果實剖面後，邊緣褐化程度較緩和，室溫放置120分鐘後，酒精消毒搭配急速冷凍處理之果實，褐化程度較明顯，不同濃度次氯酸水消毒對果品影響不大，冷凍果品解凍後，建議在60分鐘內食用完畢，並參考成本考量，建議以酒精處理及A濃度次氯酸水較佳。
- (2)探討冷凍處理方式對果品之影響，急速冷凍可維持果實品質，品

評時仍能維持且較相近於鮮果果肉口感，一般冷凍處理之果實，解凍時因冰晶較大，容易撐破果肉組織，剖面明顯呈現水浸狀，果肉容易褐化及塌軟，口感不佳，建議冷凍處理應選擇急速冷凍方式。

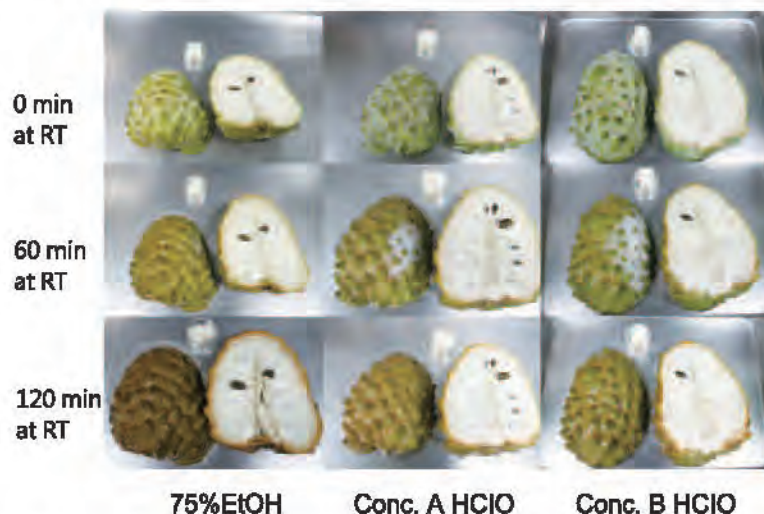


圖2. 經同一催熟處理、不同抑菌方式，並以急速冷凍之鳳梨釋迦果實，將果實解凍並剖面於室溫放置之觀察比較。
Fig. 2. Observation of the defrosting fruit section at room temperature was compared with atemoya fruits by the same ripening treatment and different sanitization methods after individual quick freezing.



圖3. 經同一催熟處理、不同抑菌方式，並以一般冷凍之鳳梨釋迦果實，將果實解凍並剖面於室溫放置之觀察比較。
Fig. 3. Observation of the defrosting fruit section at room temperature was compared with atemoya fruits by the same ripening treatment and different sanitization methods after general freezing.

2.果實於褐化終點進行果皮觀察：抑菌及冷凍處理對鳳梨釋迦果實外觀之影響，試驗結果顯示(表4)，果皮外觀於明度(L)、色彩(H)及彩度(C)皆呈現極顯著差異，其中酒精抑菌與急速冷凍處理之果實，外觀最佳，其明度52.77、色彩97.98及彩度37.50，A濃度次氯酸水與急速冷凍處理之果實，其明度54.07、色彩89.12及彩度37.02。

3.抑菌及冷凍處理對鳳梨釋迦果實品質之影響：試驗結果顯示(表5)，可溶性固形物含量、酸度及維生素C具有極顯著差異。可溶性固形物含量以B濃度次氯酸水與一般冷凍處理之果實最高，其數值為31.4°Brix，酸度以酒精抑菌與一般冷凍處理之果實0.47(g/100g)最高，酒精抑菌與急速冷凍處理之果實維生素C含量為332.67(mg/L)，A濃度次氯酸水與急速冷凍處理之果實維生素C含量為292.00(mg/L)，經統計分析結果，此2處理組含量最高。

綜合評估之結果，果皮色澤明度表現以A濃度次氯酸水搭配急速冷凍處理較佳，B濃度次氯酸水搭配急速冷凍處理果皮色澤明度僅45.27，次氯酸水處理之果實，果皮外觀以肉眼觀察則不明顯。因此建議抑菌處理以酒精處理及A濃度次氯酸水較佳，冷凍方式應選擇急速冷凍處理鳳梨釋迦果實。

表4. 抑菌及冷凍處理對鳳梨釋迦果實外觀之影響

Table 4. Effects of sanitization treatment and frozen method on fruit appearance of atemoya fruits.

Sanitization Frozen method	Weight (g)	Fruit peel color ^z			Browning index (%)	
		L**	H**	C**		
70-75% EtOH	IQF	1026	52.77 ± 1.05a	97.98 ± 0.16a	37.50 ± 0.99a	99.81 ± 2.74
	general	902	50.78 ± 0.47b	95.78 ± 0.38b	34.43 ± 0.64b	87.18 ± 7.15
Conc. A HClO	IQF	937	54.07 ± 1.07a	89.12 ± 0.23d	37.02 ± 1.10a	106.22 ± 8.18
	general	903	48.60 ± 0.85d	93.50 ± 0.67c	33.08 ± 1.13b	100.25 ± 7.34
Conc. B HClO	IQF	914	45.27 ± 0.52c	86.58 ± 0.12e	28.83 ± 1.03c	97.40 ± 5.68
	general	905	52.97 ± 0.27a	94.00 ± 0.33c	36.28 ± 0.85a	100.28 ± 4.19

^z Mean ± standard error (n=6). F-test of ANOVA. * and **, significant at 5% and 1% levels, respectively. Means with each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

表5. 抑菌及冷凍處理對鳳梨釋迦果實品質之影響

Table 5. Effects of sanitization treatment and frozen method on fruit quality of atemoya fruits.

Sanitization Frozen method		Soluble solids** (°Brix)	Acidity** (g/100g)	Acid-sugar ratio	Citric acid/ Malic acid ^z (g/100g)	Ascorbic acid** (mg/L)
70-75% EtOH	IQF	27.3 ± 0.0 d	0.43 ± 0.01 b	63.70 ± 0.81	0.03 ± 0.00	332.67 ± 18.11a
	general	25.6 ± 0.2 f	0.47 ± 0.01 a	53.10 ± 2.00	0.03 ± 0.00	249.50 ± 14.53d
Conc. A HClO	IQF	28.2 ± 0.2 c	0.35 ± 0.02 c	80.67 ± 3.25	0.02 ± 0.00	292.00 ± 10.49a
	general	26.4 ± 0.1 e	0.40 ± 0.06 b	65.84 ± 4.41	0.03 ± 0.00	233.67 ± 16.37d
Conc. B HClO	IQF	31.1 ± 0.1 b	0.41 ± 0.01 b	75.97 ± 2.04	0.03 ± 0.00	162.67 ± 7.34c
	general	31.4 ± 0.2 a	0.34 ± 0.01 c	92.79 ± 3.45	0.02 ± 0.00	239.83 ± 10.59d

^z Citric acid and malic acid is conversion value ; n=6 ; Mean ± standard error (n=6). F-test of ANOVA. * and **, significant at 5% and 1% levels, respectively. Means with each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's protected LSD test.

四、結論

根據生產統計數據，國內市場主要以大目釋迦為主，2017年農糧署統計大目釋迦產量約為3萬公噸，鳳梨釋迦約2.3萬公噸。最近五年平均的出口量約佔生產量的兩成，而全臺番荔枝面積5,407公頃，其中5,103公頃集中在臺東，可謂得天獨厚。業者開始對冷凍果品外銷市場產生興趣，開拓新市場成為刻不容緩之課題，農委會2018年補助臺東地區農會將冷凍釋迦輸入日本，藉由展示及品評等活動之評估，發現冷凍果品外銷市場極具發展潛力，本研究主要針對鳳梨釋迦催熟及冷凍技術之開發，未來技術成熟後，可提供品質穩定之果品外銷輸出。保鮮試驗結果以經25°C後熟處理果品，雖裂果率偏高，但果實品質較佳，適合作為冷凍原料。果實抑菌方法建議以酒精或A濃度次氯酸水處理較佳，冷凍方式應選擇急速冷凍處理。本研究針對生鮮原料規格化生產、後熟條件之掌握、開發抑菌及冷凍方式，藉此解決鮮果檢疫問題，以東北亞(日、韓)為目標市場開發各項關鍵技術，期待能拓展鳳梨釋迦銷售通路，注入產業新創活力。

參考文獻

1. 田永彥。2007。番荔枝分子分類、乳酸菌發酵飲品開發及果酸酯酶抑制劑之研究。博士論文。臺北：國立臺灣大學園藝學系暨研究所。
2. 江淑雯、陳筱鈞、陳盈方、盧柏松。2018。鳳梨釋迦果實採後催熟技術初報。台灣園藝63(4):374。
3. 陳盈方、江淑雯、盧柏松。2018。鳳梨釋迦全果冷凍條件之探討。台灣園藝63(4):378。
4. 周佳萱、徐源泰、吳思節。2018。高壓處理降低鳳梨釋迦果泥之升糖指數。台灣園藝63(4):386-387。
5. 楊欣怡。2000。鳳梨釋迦及數種番荔枝果實採收後生理與貯藏之研究。碩士論文。屏東：屏東科技大學熱帶農業研究所。
6. 謝謹鴻。2013。鳳梨釋迦果實處理技術之改進。碩士論文。嘉義：國立嘉義大學園藝學研究所。
7. Batten, D.J. 1990. Effect of temperature on ripening and postharvest life of fruit of atemoya (*Annona cherimola* Mill. × *A. squamosa* L.) cv. 'African Pride'. *Scientia Horticulturae* 45:129-136.
8. Gamage, T.V., C.M.C. Yuen, and R.B.H. Wills. 1997. Mineral processing of custard apple (*Annona atemoya*) pulp. *J. Food Processing and Preservation*, 21(4):289-301.
9. Janick, J. and R.E. Paull. 2008. Annonaceae. p. 37-70. In: J. Janick and R.E. Paull(eds.). *The encyclopedia of fruit and nuts*. CABI.
10. McMurchie, E.J., W.B. McGlasson, and I.L. Eaks. 1972. Treatment of fruit with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. *Nature* 237:235-236.
11. Mursalat, M., Rony, A.H., Rahman, A.H.M.S., Islam, M.N., and Khan, M.S. 2013. A critical analysis of artificial fruit ripening: scientific, legislative and socio-economicspects. *Chem. Eng. Sci. Mag.* 4:1-7.
12. Will, R.B.H., A. Poi, and H. Greenfield. 1984. Postharvest changes in fruit composition of *Annona atemoya* during ripening and effect of storage temperature on ripening. *HortScience* 19:96-97.

Research Of Postharvest Temperature Control Treatment, Refreshing Frozen And Processing Technology Of Atemoya

Ying-Fang Chen¹, Shu- Wen Jiang², and Po-Song Lu³

¹ Assistant Researcher of Crop Improvement Department of Taitung DARES, COA

² Associate Researcher of Banchiu Branch Station of Taitung DARES, COA

³ Researcher and Chief of Banchiu Branch Station of Taitung DARES, COA

Abstract

Atemoya export was threatened by quarantine problem and fruit storage, we need new state to open up the market. In this study, we established a stable and convenient ripening method for atemoya. The atemoya fruits was ripened at 25°C, which was a good raw material for frozen fruits. Sanitization treatment could reduce the effect of microorganisms on frozen fruits. The quality of the fruits treated with alcohol and hypochlorous acid solution of concentration A is better, and the individual quick freezing was the most suitable freezing method for atemoya fruit. In summary, atemoya placed in 25°C, then used alcohol, and the individual quick freezing was showed the best quality and had good flavor. We hope to open up the broader market by used new technology, and good for atemoya industry.