

超甜玉米採收後保鮮技術之研究

張 榮 如

摘 要

超甜玉米採收後，4小時呼吸達最高，所測得之呼吸速率，在20°C時為359.3 mg CO₂/kg.hr。而在5°C及0°C分別為148.2mg CO₂/kg.hr及92.3mg CO₂/kg.hr，若採收後迅速預冷後，貯於0°C則呼吸速率降為50mg CO₂/kg.hr；而玉米粒之呼吸速率高於玉米穗，在20°C時，為620mg CO₂/kg.hr，而在5°C及0°C分別為200mg CO₂/kg.hr及165mg CO₂/kg.hr；預冷後，在0°C時則呼吸速率為110mg CO₂/kg.hr。採收後約8小時，乙烯產生量達最高，所測得之乙烯量，在20°C為0.2μl/kg.hr，在5°C及0°C分別為0.08μl/kg.hr及0.06μl/kg.hr；預冷後貯於0°C，則僅為0.04μl/kg.hr；而玉米粒之乙烯產生量，在20°C時為0.6μl/kg.hr，且逐漸增加趨勢，在5°C及0°C為0.2μl/kg.hr及0.15μl/kg.hr。採收後糖含量逐漸降低，在0°C及5°C一天內降7~10%，在20°C降20%，而澱粉有逐漸增加之趨勢；蛋白質則呈下降趨勢。

超甜玉米採收後玉米穗應以0~2°C冰水急速預冷45分鐘，使降溫至0°C~5°C，則呼吸速率及乙烯產生量下降，並以塑膠袋包裝，貯於0°C冷藏，溫度必需管理好，可以保鮮2週，若以玉米粒保鮮，預冷脫粒後，以塑膠袋包裝，貯於0°C之冷藏庫，可保鮮1週。

關鍵詞：超甜玉米，預冷，呼吸速率，乙烯產生，品質，包裝。

前 言

超甜玉米具有香甜味美，糖分高，質細嫩的特點，然而採收後若處理不當，在高溫下很容易使品質下降，而失去其具有的香甜美味；據文獻報告^(2,3,4)，在30°C，一天內即使60%之糖轉化為澱粉，而在0°C，只有6%之糖轉化為澱粉，且可保持理想的香味。本研究以本省北部地區生產的超甜玉米為材料，探討其採收後生理特性，預冷及包裝與否對品質之影響，藉以推薦最適當的採收後保鮮技術，供農民及業者參考。

材料與方法

本試驗於81年1月至83年12月在本場及大湖實施。供試材料為超甜玉米蜜玉品種，試驗依下列步驟逐項進行。

一、測定呼吸速率

超甜玉米採收後，分別做預冷及不預冷處理，以整穗及脫粒兩種型態，在0°C、5°C及20°C，分別測定呼吸速率之差異；以氣相層析儀，分析二氧化碳濃度，並換算為 $\text{mgCO}_2/\text{kg.hr}$ 。

二、乙烯產生量

同上述測定呼吸速率之處理，分別取樣測定乙烯產生量，以氣相層析儀，分析乙烯濃度，並換算為 $\mu\ell\text{C}_2\text{H}_4/\text{kg.hr}$ 。

三、預冷降溫速率

以熱電偶測溫針插入超甜玉米中心，測定超甜玉米在冰水槽中之降溫速率，並作降溫曲線。測定1/2冷期及7/8冷期。

四、包裝及貯藏

用厚度0.03mm之PE塑膠袋包裝及不包裝處理，分別貯藏於0°C、5°C及20°C冷藏庫中。

五、取樣調查

每處理定時取樣，測定糖、澱粉及蛋白質含量之變化。糖的測定，以 Anthrone 方法定量。澱粉的測定以 α -Amylase 及 Amyloglucosidase 轉化後，再以 Anthrone 方法定量，蛋白質的測定以 Coomassie blue 方法定量。

結果與討論

一、呼吸速率

超甜玉米穗採收後，4小時呼吸達最高，如圖1，所測得之呼吸速率，在20°C時為 $359.3\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ 。而在5°C及0°C分別為 $148.2\text{mgCO}_2/\text{kg.hr}$ 及 $92.3\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ ，若採收後迅速預冷後，貯於0°C則呼吸速率降為 $50\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ ；而玉米粒之呼吸速率高於玉米穗，如圖2，在20°C時，為 $620\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ ，而在5°C及0°C分別為 $200\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ 及 $165\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ ；預冷後在0°C，則呼吸速率為 $110\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ ；因此在高溫時，其生理生化反應要比0°C時快得多，而預冷後，明顯地降低其生化反應速率，脫粒後的玉米，其生化反應比玉米穗快一倍，尤其在高溫下，此種受傷的組織更加速劣變，是以玉米粒較玉米穗難作保鮮，採收後還是迅速預冷，以玉米穗在0°C冷藏庫做保鮮⁽¹⁾。

二、乙烯產生量

採收後約8小時，乙烯產生量達最高，如圖3，所測得之乙烯量，在20°C為 $0.2\mu\ell/\text{kg.hr}$ ，在5°C及0°C分別為 $0.08\mu\ell/\text{kg.hr}$ 及 $0.06\mu\ell/\text{kg.hr}$ ；預冷後貯於0°C，則僅為 $0.04\mu\ell/\text{kg.hr}$ ；而玉米粒之乙烯產生量如圖4，在20°C時為 $0.6\mu\ell/\text{kg.hr}$ ，且逐漸增加趨勢，在5°C及0°C為 $0.2\mu\ell/\text{kg.hr}$ 及 $0.15\mu\ell/\text{kg.hr}$ ；預冷後之玉米粒在20°C時，促進乙烯上升，加速劣變，顯示玉米粒預冷後，若在高溫下，反促進受傷乙烯產生，加速劣變⁽¹⁾。

三、預冷降溫速率

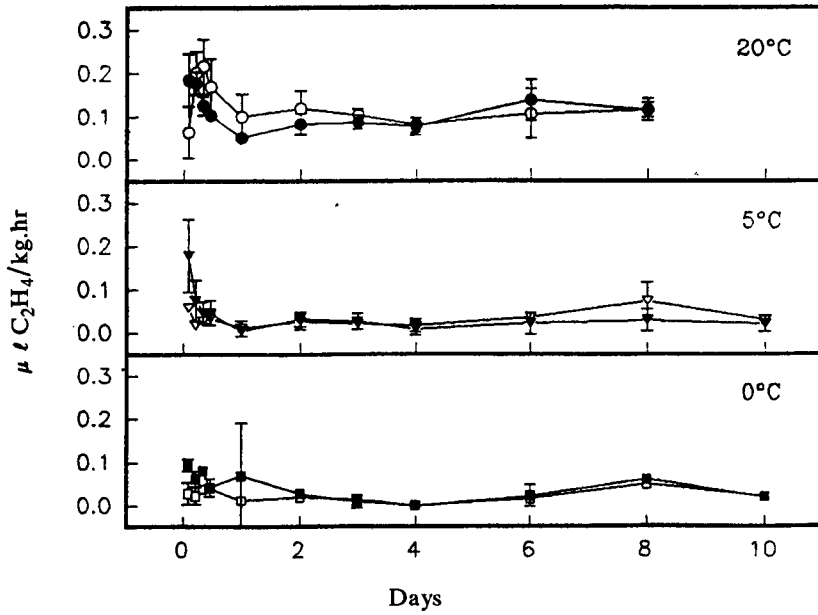


圖3. 超甜玉米穗在不同溫度之乙烯產生量

Fig.3. The ethylene evolution of supersweet corn cobs at different temperature.

○, ◊, □ Pre-cooling

●, ◑, ■ Non-pre-cooling

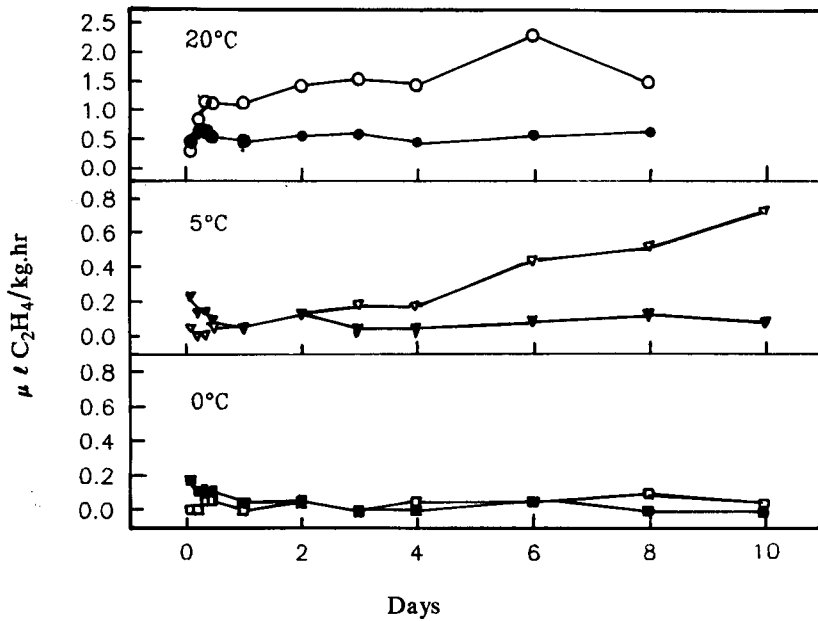


圖4. 超甜玉米粒在不同溫度之乙烯產生量

Fig.4. The ethylene evolution of supersweet corn kernels at different temperature.

○, ◊, □ Pre-cooling

●, ◑, ■ Non-pre-cooling

超甜玉米採收後，將玉米穗放在冰水槽中，溫度維持在 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ ，並以熱電偶測溫針插入玉米穗中心，測中心溫度下降之速率，如圖5，其半冷期為25分，7/8冷期為45分，因此超甜玉米以浸冰水式預冷，至少需預冷45分鐘；又由回溫線之變化情形得知，預冷後的玉米穗，若沒有放在低溫下貯藏，在室溫下約1小時即完全回溫，這對於預冷後之產品，必需有低溫輸送系統是非常重要的^(5,6)。

四、包裝與否對失水率及品質之影響

超甜玉米採收後，在高溫時，因為生理活性旺盛，若沒有包裝，則失水速率快，為包裝者的5~8

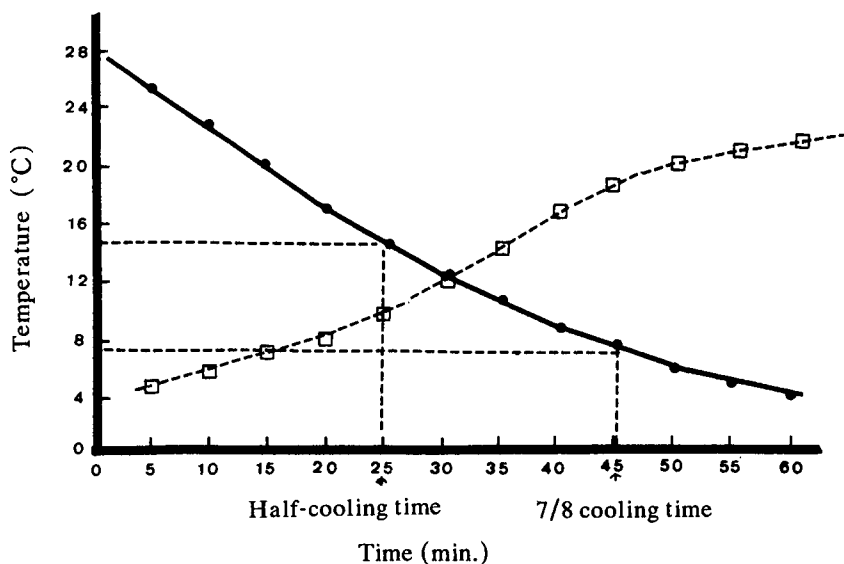


圖5 超甜玉米穗之預冷降溫及回溫曲線

Fig 5. Variation of temperature decreasing as precooling and temperature increasing after returning to ambient temperature.

- Temperature decreasing as precooling.
- Temperature increasing after returning to ambient temperature.

倍，如圖6，但封口包裝，因袋內造成低氧，產生無氧呼吸，而有異味，即使預冷，在高溫下，仍舊會促進袋內微生物繁殖，有粘狀物產生及酸味感；在 0°C 之低溫下，包裝者即有很明顯的效果，既減少失水且不會有異味，可貯藏10天，品質仍好，沒有包裝者，因失水玉米粒有皺縮的現象，失去商品價值；脫粒的玉米粒，在 20°C 時，無論包裝與否，2天內品質均差；在 0°C 之低溫下，包裝者仍比不包裝者，減少失水，但貯藏仍不宜超過1週，才不會皺縮。

五、不同處理及貯藏溫度對超甜玉米中糖、澱粉及蛋白質之影響

超甜玉米含有相當高含量的糖，則採收預冷者，含有40.9%（乾物重為基準），在 0°C 及 5°C 之低溫下貯藏，其糖緩慢下降，如圖7，顯示1天內僅降低7~10%，在 20°C 則下降約12%，4天後下

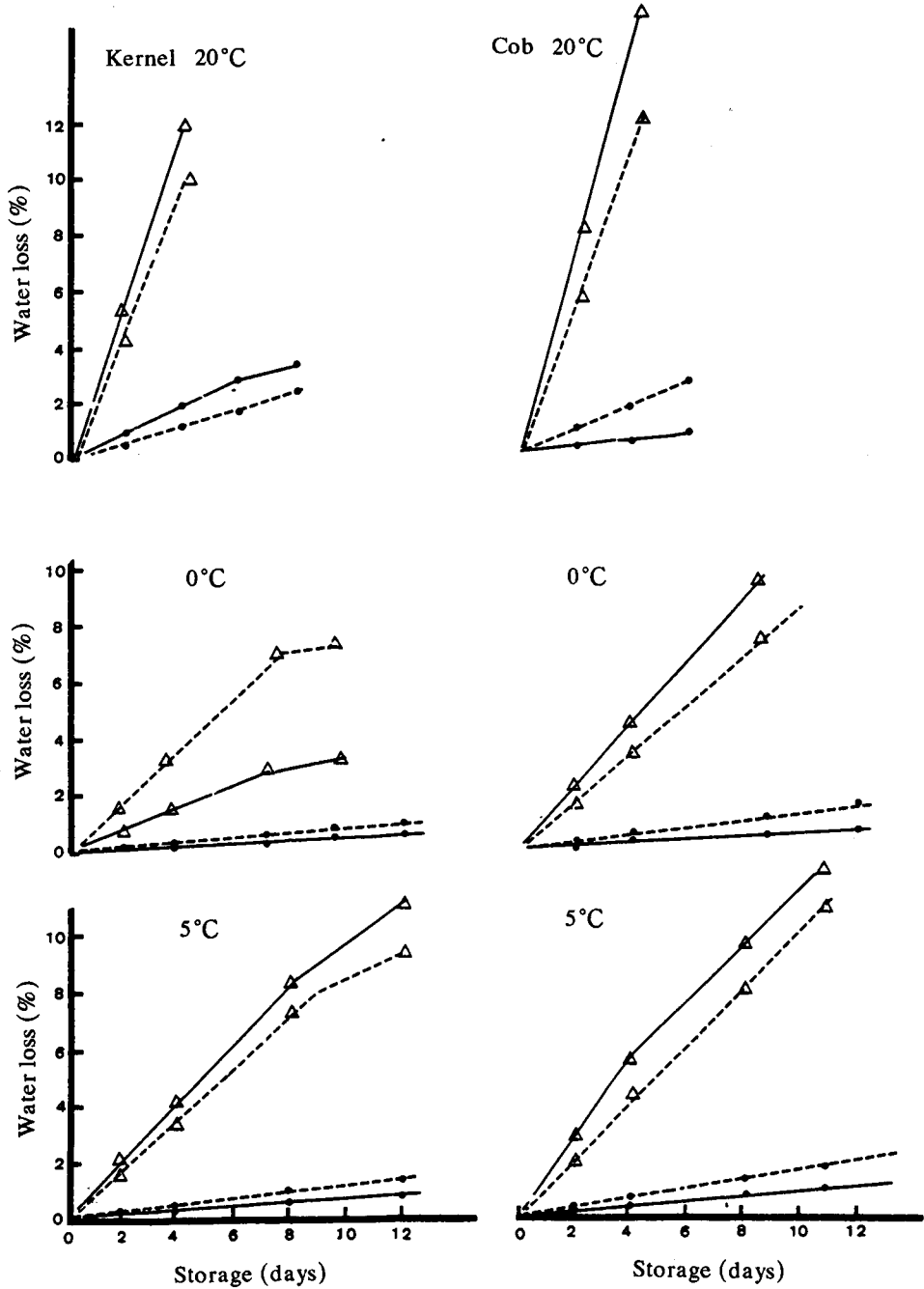


圖6. 包裝與否對超甜玉米失水率之影響

Fig 6. Effert of package on water loss for supersweet corn

△ W/OPE • W/PE
 --- Non-precooling — Precooling

降約25%，由表1得知，糖逐漸轉化為澱粉，使澱粉有增加之趨勢；不預冷者，糖分的下降稍快；但由本試驗之資料顯示超甜玉米品質的下降，不像一般甜玉米那般快，故只要做好預冷，保存在0~5°C之環境下，對糖的保存效果應該是很好。至於蛋白質的變化，由表2顯示，預冷後的超甜玉米之蛋白質亦緩緩下降，預冷後若貯於0°C及5°C，1天後下降約15%，在20°C則下降約18%，4天後下降約44%；不預冷者，在高溫下其下降速率快，4天後降約50%。因此，超甜玉米採收後，還是以預冷及低溫輸送系統保存，才能確保其品質及營養成分。

綜合上述資料，超甜玉米採收後，玉米穗應急速預冷，以0°C~2°C冰水預冷45分鐘，使呼吸速率及乙烯產生量下降，並以塑膠袋包裝，貯於0~5°C之冷藏庫，溫度必須管理好，可以保鮮2週；若以玉米粒保鮮，預冷脫粒後，以塑膠袋包裝，貯於0°C，可保鮮1週。

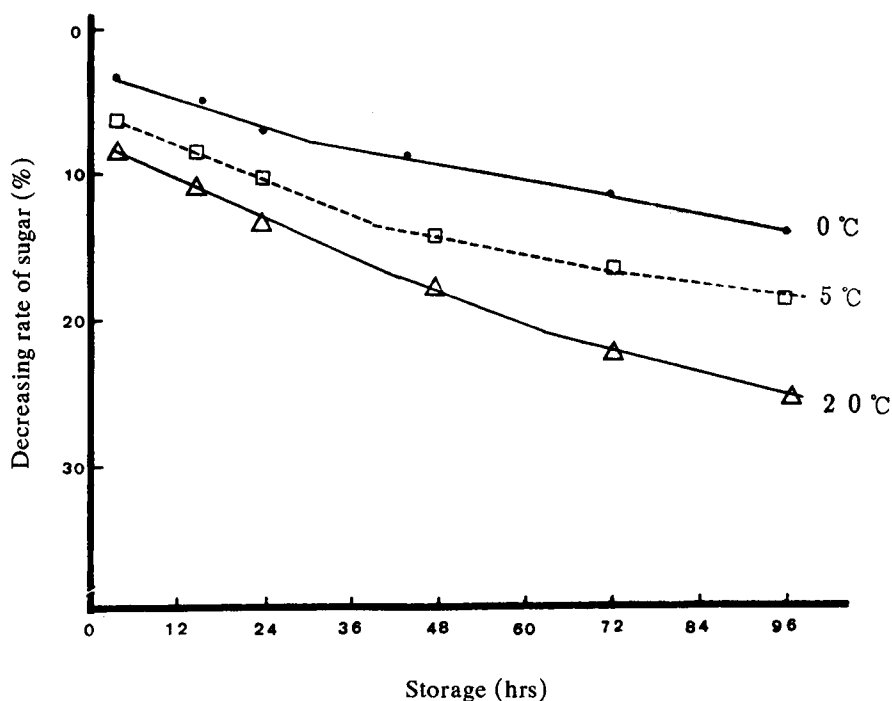


圖7.超甜玉米穗在不同貯藏溫度之糖分下降情形

Fig. 7. The decreasing rate of sugar content for supersweet corn storage at different temperature.

• 0°C □ 5°C △ 20°C

表1. 超甜玉米不同處理貯藏時間對糖及澱粉含量之影響

Table 1. Effect of precooling treatments and storage duration on sugar and starch content of supersweet corn kernel

Storage period (hrs)	Precooling						Non-precooling					
	0°C		5°C		20°C		0°C		5°C		20°C	
	Sugar	Starch	Sugar	Starch	Sugar	Starch	Sugar	Starch	Sugar	Starch	Sugar	Starch
4	39.5	10.7	38.4	10.8	38.2	10.8	38.1	1.8	38.0	12.0	37.6	12.5
1 6	39.1	11.0	37.4	12.2	37.2	11.8	37.3	12.4	36.3	13.4	36.3	13.6
2 4	38.0	12.3	36.9	13.6	36.0	12.6	35.9	13.6	35.4	14.5	35.4	14.7
4 8	37.6	13.6	35.8	14.3	35.1	15.3	34.6	14.7	34.0	16.2	33.7	16.9
7 2	36.4	14.7	34.6	15.5	33.6	17.0	33.5	17.5	33.3	17.8	30.3	18.4
9 6	35.0	15.5	33.6	16.7	30.8	17.3	30.1	18.6	29.8	18.8	28.8	20.4

Unit: % (as dry basis)

表2. 超甜玉米不同處理貯藏時間對蛋白質之影響

Table 2. Effect of precooling treatments and storage duration on protein content of supersweet corn kernel

Storage period (hrs)	Precooling			Non-precooling		
	0°C	5°C	20°C	0°C	5°C	20°C
4	8.4	8.2	8.1	8.2	7.9	7.4
1 6	7.8	7.8	7.6	7.5	7.2	7.0
2 4	7.7	7.5	7.4	7.3	7.1	6.7
4 8	6.0	5.3	5.1	5.6	5.3	5.1
7 2	5.4	5.0	4.9	5.1	5.0	4.7
9 6	5.1	4.8	4.5	5.0	4.7	4.4
Initial	9.1			8.5		

Unit: % (as dry basis)

誌 謝

本計畫承玉米基金會經費補助，特此申致謝忱。

參考文獻

1. 王自存。1988。園產品預冷技術研習會資料。國立台灣大學。行政院農業委員會。
2. 陳貽倫。1987。果蔬水冷及其能源分析。農業工程學報。33(3)：11-16。
3. 郭景儀、蕭介宗。1987。主要果蔬預冷設備之研製和應用(II)青蔥呼吸熱之測定及應用。農業工程學報 33(1):24-31。
4. Geeson, J. D. 1991. Quality changes in sweetcorn cobs of several cultivars during short-term ice-bank storage. *Journal of Horticultural Science*. 66(4):409-414.
5. Kasmire, R. F. 1985. Cooling Horticultural Commodities In: *Post-harvest Technology of Horticultural crops*.(ed. Kader. A.A). Agric. and Natural Resources Pub., Div. of Agric. and Nat. Res., Univ. of Calif. Berkerley, 192p.
6. Ryall A. L., and W.T. Pentzer. 1974. Cooling rate, handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol.2. The AVI publishing company, INC. p.306-309.

Studies on the Postharvest Technique for Supersweet Corn

Tsan-Ru Chang

Summary

The respiratory rate of supersweet corn cobs under three temperature treatments was measured at four hours after harvest. The results showed 359.3mg CO₂/kg.hr at 20°C, 148.2mg CO₂/kg.hr and 92.3mg CO₂/kg.hr at 5°C and 0°C, respectively. After precooling, it was down to 50mg CO₂/kg.hr at 0°C. The respiration rate of kernels was higher than cobs, that was 620mg CO₂/kg.hr at 20°C, 200 mg CO₂/kg.hr and 165mg CO₂/kg.hr at 5°C and 0°C, respectively. After Precooling, it was down to 110 mg CO₂/kg.hr. The ethylene evolution of cobs was measured at eight hours after harvest, it was 0.2μℓ/kg.hr at 20°C, 0.08 μℓ/kg.hr and 0.06μℓ/kg.hr at 5°C and 0°C, respectively. After precooling, it was down to 0.04 μℓ/kg.hr. The kernels had higher ethylene evolution than the cobs, it was 0.6 μℓ/kg.hr at 20°C, 0.2 μℓ/kg.hr and 0.15 μℓ/kg.hr at 5°C and 0°C, respectively. The sugar content decreased about 7-10% at 5°C and 0°C within one day, while it was down to 20% at 20°C. The trend in starch content was upward, and the protein content was downward.

It was very important to use 0-2°C ice water for precooling supersweet corn for 45 minutes after its harvesting, then the respiration rate and ethylene evolution could be low down. To package with plastic film and storage in 0°C refrigerator, the supersweet corn cobs could be kept fresh for 2 weeks and the kernels could be kept fresh for 1 week.

Key words: Supersweet corn, Precooling, Respiratory rate, Ethylene evolution, Quality, Package.