

## 貯藏溫度와 期間에 다른 단옥수수의 品質變化

李錫淳\* · 李相稷\*\* · 金大淵\*\*

### Quality of Sweet Corn Stored at Different Temperatures and Duration

Suk Soon Lee\*, Sang Jik Lee\*\* and Dae Yeun Kim\*\*

#### ABSTRACT

To find out the optimum storage temperature and duration, changes in the content of sugars and soluble solids and flavor rate of two sweet corn hybrids (Great Bell and Golden Cross Bantam) and a super sweet corn (Crisp Super Sweet 720) were observed after storing at -20, 0, 5, 10, 15, 20, and 25°C for 1, 3, 5, and 7 days.

At the temperatures below 10°C, contents of soluble solids and total sugars and flavor rate were not changed significantly, but at the temperatures higher than 15°C they decreased as storage temperatures increased and duration extended. Storage duration conserving flavor seems to be 7 days at temperatures below 10°C, 3 days at 15°C, and 1-2 days at 25°C. When corn was frozen, flavor rate was a little low compared with corn stored at 0°C although sugar content was higher. Both soluble solids and total sugar contents were positively correlated with flavor rate of cooked corn.

#### 緒 言

단옥수수를 出絲 後 20日頃에 收穫하면 全糖含量은 보통 단옥수수가 3.5~6.0%, 超甜옥수수가 8~12%이며, 이 때 全糖의 構成分은 sucrose가 대부분이다.<sup>1,2,3,5,7,8,9,10,11)</sup> 그러나, 이들 糖은 貯藏 中에 대부분 澱粉으로 變하며 일부는 maltose나 starchyose를 生成하거나 呼吸에 의하여 消耗되므로 糖含量은 점차 減少한다.<sup>1,4,9)</sup>

糖의 減少는 貯藏溫度<sup>1,4,5,7,9)</sup>, CO<sub>2</sub>濃度<sup>4,7)</sup>, 雌穗에 붙은 줄기와 葉身의 程度<sup>6)</sup> 및 品種<sup>7,11)</sup>에 따라 다르다. 단옥수수를 25~30°C에서 貯藏하면 처음 24時間에 全糖含量의 30~50%가 減少되나 그 後부터는 減少率이 낮아지며 糖含量이 1.8~2.0%까지 減少되던 더 감소되지 않고 비슷한 糖度를 維持한다. 그러나, 貯藏溫度가 더 낮아지면 糖의 減少率이 적

어지며 10~30°C에서 저장할 경우 溫度가 10°C 낮아짐에 따라 糖減少率은 約 1/2로 減少하며 溫度가 낮을수록 糖의 감소가 적다.<sup>1)</sup>

貯藏庫의 CO<sub>2</sub>濃度を 높여주면 糖이 澱粉으로 轉換되는 것을 억제하므로 糖含量이 높게 維持될 수 있는데<sup>4)</sup> Spalding等<sup>7)</sup>은 25%의 CO<sub>2</sub>濃度에서는 效果가 없었지만 Miller와 Brooks<sup>4)</sup>에 의하면 35 및 45%의 CO<sub>2</sub>를 처리할 때 20°C에서는 무처리보다 糖含量이 30% 더 높았으며, 10°C 및 15°C에서는 모두 糖含量이 10% 더 높아 溫度와 CO<sub>2</sub>濃도에 따라 效果가 다른 듯 하다. 단옥수수를 市販할 때는 商品價値를 높이기 위하여 줄기(shank)를 5~15cm 정도 길게 붙이고 苞葉을 많이 남겨 두는데 Showalter<sup>9)</sup>에 의하면 줄기가 길수록 또 苞葉의 葉身이 많을수록 呼吸에 의한 糖의 減少와 種實의 水分損失이 많아 주글주글해 짐으로 商品價値가 低下된다고 한다. 그러나, 苞葉은 種實의 水分損失을 억제하며, 糖

\*嶺南大學校 農畜大學 (College of Agri. & Amlinal Sci., Yeungnam Univ.)

\*\*嶺南大學校 理科學 (College of Science, Yeungnam Univ., Gyeongsan, 632) <1987. 2. 21 接受>

습량을 가장 잘 維持하는 方法은 줄기와 苞葉을 모두 除去하고 얇은 플라스틱 필름으로 싸서 두는 것이다 한다.

品種間에는 糖含量이 높은 超糖옥수수가 보통옥수수보다 貯藏 中 糖 減少率이 적으므로 高糖度 品種의 育成으로 다소 不良環境에서 流通되더라도 糖도가 維持되는 品種을 育成할 수 있으며 美國, 日本 等地에서는 超糖옥수수의 利用이 많다.<sup>7,11)</sup>

貯藏 中 단옥수수의 맛의 變化는 糖含量과 비슷한 傾向을 보여 正의 相關이 있지만 糖도가 높을 때는 相關이 없어 糖 以外的 다른 要素가 맛과 關係가 있는 듯하다.<sup>10)</sup> 李 等<sup>11)</sup>도 種質의 成熟過程에서 糖含量과 우리나라 사람들이 좋아하는 맛과는 關係가 없고 可溶性 固形物과 맛과는 正의 相關이 있음을 報告하였지만 맛은 貯藏 中 變化가 크나 可溶性 固形物은 減少가 적으므로 이들 關係는 不分明하다. 그래서 本 試驗은 다른 溫度에서 단옥수수를 貯藏할 때 糖, 可溶性 固形物 및 맛의 變化와 이들 相互間의 關係를 調査하여 맛을 維持할 수 있는 貯藏溫도와 貯藏期間을 밝히는데 그 目的이 있다.

本 試驗을 遂行할 수 있도록 研究費를 支援하여 주신 韓國科學財團에 감사드립니다.

## 材料 및 方法

本 試驗은 慶北 慶山의 嶺南大學校 農畜産大學 附屬農場에서 1985年과 1986年에 걸쳐 實施하였다. 1985年에는 보통단옥수수(sweet corn) 品種인 Great Bell을 3月 13日에 播種하였고, 1986年에는 보통단옥수수 品種인 Golden Cross Bantam과 보통단옥수수보다 糖도가 2~3倍 높은 超糖옥수수(super sweet corn) 品種인 Crisp Super Sweet 720을 3月 25日에 播種하였다.

栽植距離는 60cm 竈에 20cm 間隔으로 催芽된 種子를 1粒씩 直播하였고, 肥料은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 各 各 15-10-10kg/10a의 比率로 全量 基肥로 施用하였다. 播種後 0.03mm의 透明 polyethylene 필름으로 被覆하고 싹이 出現하였을 때 필름을 뚫어 주었다. 試料의 出絲日을 個體別로 表示하여 1985年에는 出絲後 20日에, 1986年에는 出絲後 25日에 收穫하여 貯藏試驗을 하였다. 貯藏溫度는 1985年에는 0, 5, 10, 15, 20, 25℃이었고, 1986年에는 冷凍(零下 20℃), 0, 5, 10, 15, 25℃이었으며 貯藏期間은 兩年 모두 1, 3, 5, 7日이었다. 試料는 1985年에는 溫

度別로 12個의 雌穗를 넣고, 貯藏期間마다 3個 雌穗를 꺼내어 雌穗別로 調査하였고, 1986年에는 溫度마다 10個의 雌穗를 넣고 每 貯藏期間마다 10個 雌穗에서 少量의 種質을 取한 後 나머지는 다시 該當溫度에 貯藏하여 雌穗間의 個體變異를 줄이려고 努力하였다.

可溶性 固形物(soluble solids)은 1985年에는 손으로 作動하는 마늘짚는 기구로 搾낸 汁液을, 그리고 1986年에는 주발(mortar)에서 磨碎한 試料를 遠心分離器에서 3,000rpm으로 10分間 分離하여 上騰液을 屈折糖度計(Atago NI Refractometer)로 Brix %를 測定하였다.

糖分析은 10g의 種質을 10ml의 끓는 95% ethanol에 넣고 알루미늄 포일로 덮은 後 10分間 加熱하고 다시 80%의 ethanol을 適當한 量을 添加하여 日本精氣 Model HA-2 Homogenizer로 磨碎하였다. 이것을 遠心分離器에서 3,000rpm으로 15分間 分離하여 上騰液을 取하고, 다시 80% ethanol을 遠心分離器 튜브에 넣고 유리봉으로 섞은 後 유리구슬을 엮어놓고 水槽에서 10分間 끓여 糖을 抽出한 後 上騰液을 取하는 過程을 2回 反復하였다. 上騰液을 모두 모은 후 100ml가 되도록 80% ethanol을 添加하여 分析할 때까지 零下 20℃의 冷凍室에 保管하였다. 分析直前に 保管된 試料를 1/20로 濃縮하여 0.5μm pore 크기의 milipore 필터로 濾過한 後 30μl를 HPLC(Water Association Model 244/401)에 注入하여, sucrose, fructose, glucose를 分析하였다. column은 3.9mm×30cm μ-Bondapak carbohydrate column을 使用하였으며, solvent system은 HPLC用 water 15; isopropanol 35; ethyl acetate 50의 比率이었고, flow rate는 1.5ml/min이었다.

맛(flavor)은 삶은 옥수수를 8~10名의 學生을 對象으로 하여 3反復으로 實施하였으며 Spalding 등의 方法에<sup>7)</sup> 따라 그 程度를 1에서 7까지 7段階로 나누었다. 맛 1은 맛이 나쁘고(poor), 3은 普通이며(fair), 5는 맛이 좋으며(good), 7은 맛이 아주 좋은 것으로(excellent) 보았다.

## 結果 및 考察

### 1. 可溶性 固形物(soluble solids)의 變化

貯藏溫도와 貯藏期間에 따른 可溶性 固形物의 變化를 表 1에서 보면, 0, 5, 10℃에서는 5~7日間 貯藏하여도 可溶性 固形物은 5~10% 減少하였으며

**Table 1.** Changes in total soluble solids (Brix %) in the kernels of three sweet corn hybrids stored at different temperatures and duration in 1985 and 1986.

Year	Hybrid	Duration (days)	Temperature (°C)					
			0	5	10	15	20	25
1985	Great Bell	0	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4
		1	21.2	20.3	20.4	20.1	19.8	19.7
		3	19.9	19.4	19.4	19.1	17.9	16.8
		5	20.4	19.8	20.1	19.1	18.1	16.4
		7	20.4	19.5	20.1	17.5	17.4	15.7
	Golden Cross Bantam	0	24.5	24.5	24.5	24.5	—	24.5
		1	24.2	24.6	24.1	22.5	—	24.0
1986	Golden Cross Bantam	3	22.5	22.8	23.3	23.3	—	20.6
		5	23.0	22.9	24.2	22.0	—	20.9
	7	23.4	23.2	23.1	22.3	—	18.1	
	Crisp Super Sweet 720	0	14.6	14.6	14.6	14.6	—	14.6
		1	14.3	14.0	14.5	14.0	—	13.9
		3	14.5	14.1	14.3	12.9	—	11.0
		5	14.2	13.2	13.1	11.7	—	8.4
7		13.7	13.9	12.8	10.6	—	7.2	

Ears were harvested 20 days after silking (DAS) in 1985 and 25 DAS in 1986.

**Table 2.** Changes in sugar contents in the kernels of a sweet corn hybrid, Great Bell stored at different temperatures and duration in 1985.

Sugar (% in fr.wt.)	Duration (days)	Temperature (°C)					
		0	5	10	15	20	25
Sucrose	0	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
	1	1.40	1.19	1.12	1.02	0.81	0.51
	3	1.04	0.92	1.01	0.56	0.36	0.40
	5	1.18	0.74	0.73	0.31	0.25	0.36
	7	1.16	0.47	0.70	0.32	0.16	0.17
Fructose	0	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
	1	0.37	0.43	0.49	0.43	0.32	0.25
	3	0.39	0.38	0.39	0.41	0.15	0.30
	5	0.43	0.37	0.35	0.38	0.27	0.19
	7	0.39	0.37	0.41	0.34	0.18	0.06
Glucose	0	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
	1	0.27	0.28	0.35	0.27	0.32	0.28
	3	0.26	0.34	0.29	0.31	0.33	0.38
	5	0.31	0.34	0.28	0.26	0.31	0.32
	7	0.32	0.27	0.39	0.34	0.32	0.24

Ears were harvested 20 days after silking.

이것은 1.7°C에서 3週間 貯藏하여도 可溶性 固形物은 거의 變하지 않는다는 Spalding 등<sup>7)</sup>의 報告와 비슷하였다. 그러나 15°C 이상의 貯藏溫度에서는 溫度가 높을수록 期間이 길수록 可溶性 固形物이 현저히 감소하였다.

## 2. 糖含量的 變化

1985년에 栽培한 보통단옥수수 品種인 Great Bell

의 貯藏溫度와 貯藏期間에 따른 糖含量的 變化를 表 2에서 보면 糖의 대부분을 차지하고 있는 sucrose가 크게 감소하는 반면 收穫期에 습량이 적었던 fructose와 glucose는 溫度와 貯藏期間에 따른 糖의 감소율이 적었다.

sucrose는 어느 溫度에서나 貯藏期間이 經過할수록 감소하였는데 減少率은 貯藏溫度가 높을수록 컸다. 卽 0°C에서 貯藏하면 7日 後에는 貯藏前 含量

의 23.2%가 감소하였으나 5°C 및 10°C에서는 약 50%가 감소하였고, 15°C에서는 79%, 20°C 및 25°C에서는 90%가 감소하였다. fructose는 어느 온도에서나 貯藏 1日째에 크게 떨어졌으며, 0~15°C 範圍에서는 그 後 貯藏期間이 經過하여도 그 以上 감소는 없었으나 20°C와 25°C에서는 7日까지 계속 감소하였다.

glucose는 收穫期 때 0.37%로서 극히 낮았으며 貯藏溫度나 期間에 關係없이 비슷하여 크게 變化가 없었다.

이상에서 본 바와 같이 收穫期의 주된 糖은 sucrose이며 貯藏 中에는 量이 많은 sucrose가 주로 감소하였는데 他 研究者들도 비슷한 結果를 보였다.<sup>1,5,7,9)</sup>

이러한 현상은 fructose와 glucose가 주로 澱粉合成에 利用되며 一部는 maltose와 starchyose 등의 다른 糖의 合成에 利用되거나 呼吸基質로 消耗되며<sup>4,9)</sup> sucrose가 fructose와 glucose로 分解되므로 sucrose 含量은 크게 감소되나 fructose와 glucose 含量은 어느 정도 유지되는 듯하다.

1986년에 試驗한 보통단옥수수 品種인 Golden Cross Bantam과 超糖옥수수인 Crisp Super Sweet 720의 全糖含量(sucrose+fructose+glucose)을 그림 1에서 보면 零下 20°C에서 冷蔵하면 糖含量은 거의 감소되지 않았으며, 0°C와 5°C에서는 약간 감소

하였지만 貯藏 7日째까지도 糖이 높게 維持되었고, 10°C 以上の 溫度에서는 貯藏期間이 길수록, 溫度가 높을수록 糖含量이 급격히 감소되었다. 그러나, 같은 貯藏溫度와 貯藏期間에서 超糖옥수수인 Crisp Super Sweet 720은 Golden Cross Bantam 보다 糖의 減少率이 컸지만 收穫期의 糖含量이 2.5배 程度 높아 絕對糖含量은 높게 維持되며 他 研究者들도 超糖옥수수의 優秀性을 報告하였다.<sup>7)</sup> Golden Cross Bantam의 糖含量이 약 1.8% 程度까지 감소한 後 더 이상 감소하지 않고 같은 程度로 유지된 것은 他 研究者들의 報告와도 一致한다.<sup>1)</sup>

### 3. 맛의 變化

貯藏溫度와 貯藏期間에 따른 맛의 變化를 그림 2에서 보면, 10°C 以下の 溫度에서는 貯藏期間이 길어짐에 따라 맛이 약간씩 감소되므로 7日間 貯藏하여도 맛은 普通인 3 以上을 維持하였다.

Great Bell과 Golden Cross Bantam을 0°C에서 貯藏하였을 때 貯藏期間이 길수록 맛이 약간 좋게 評價된 것은 다른 溫度에서 貯藏된 것이 맛이 떨어져 相對적으로 맛이 좋게 評價된 듯하다. 그러나, 15°C 以上の 溫度에서는 맛이 급격히 나빠져 貯藏 3日째에 3 以下로 떨어져 嗜好性이 극히 나빠졌다. 이러한 結果는 Miller와 Brooks<sup>4)</sup>가 5°C에서는 5日間, 15

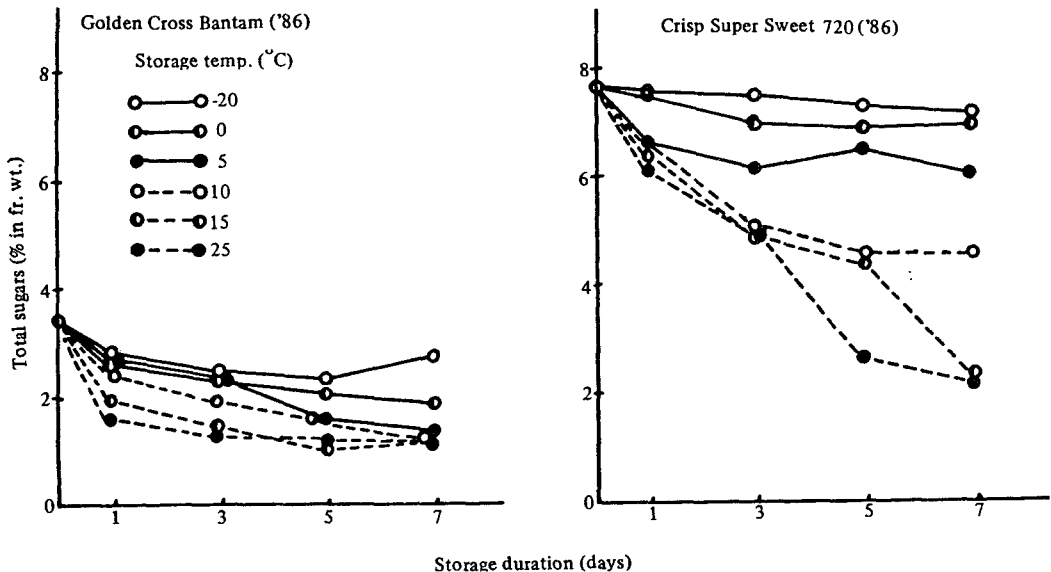


Fig. 1. Changes in total sugars in the kernels of two sweet corn hybrids stored at different temperatures in 1986.

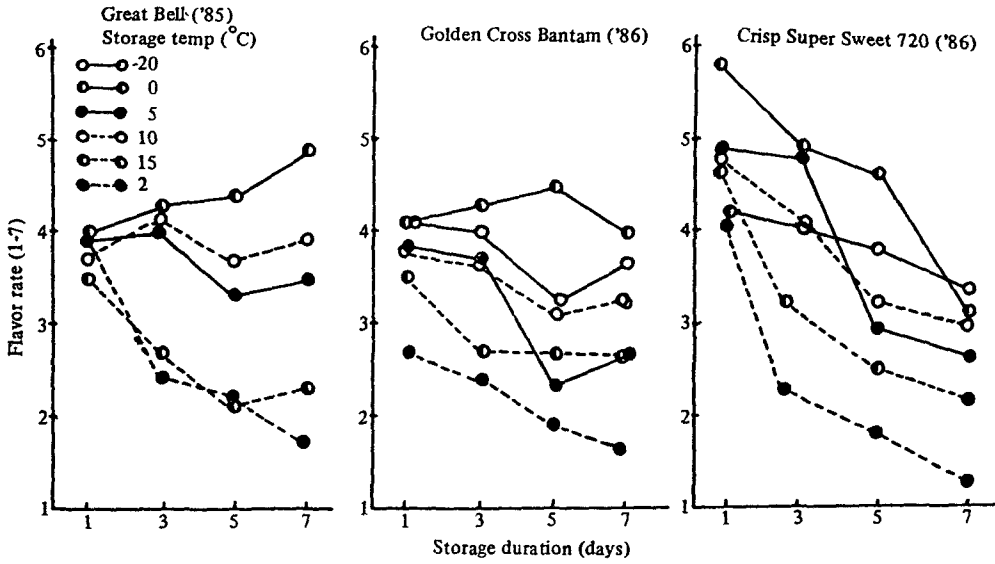


Fig. 2. Changes in flavor rate of cooked corn stored at different temperatures and duration in 1985 and 1986.

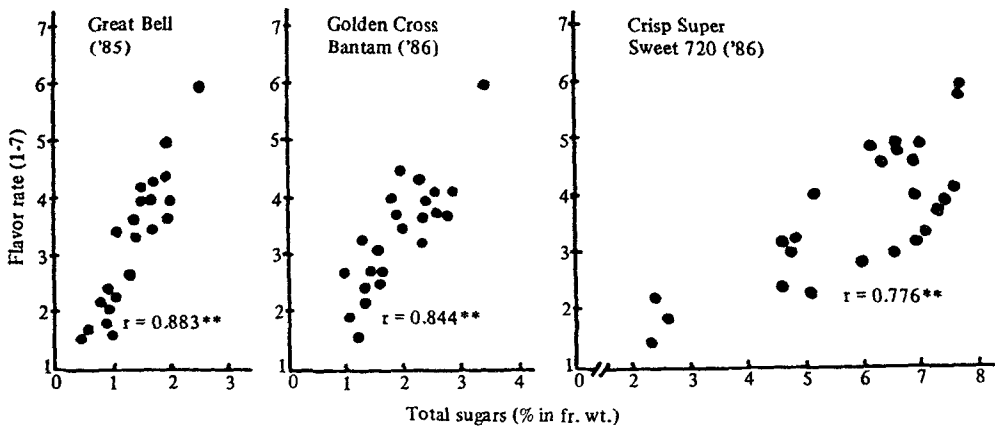


Fig. 3. Relationships between total sugars (sucrose + fructose + glucose) and flavor rate of three sweet corn hybrids during the storage at different temperatures in 1985 and 1986.

°C에서는 3日間, 25°C에서는 2日間 맛을 維持할 수 있다는 報告와 비슷한 結果를 보였다. 그러나, 冷凍한 것은 貯藏期間이 길어짐에 따라 맛의 低下는 적었지만 맛이 0°C나 5°C에 貯藏한 것보다 좋지 않았는데 그 理由는 冷凍이나 解凍過程에서 種實의 物理的 特性이 變化하여 糖含量이 높아도 맛이 다소 나쁘게 느껴지는 듯하다.

4. 糖含量 및 可溶性 固形物과 맛과의 關係  
全糖含量과 맛 또는 可溶性 固形物과 맛과의 關係

를 各各 그림 3과 그림 4에서 보면, 3品種에서 모두 正의 相關이 있었으나 李等<sup>3)</sup>은 단옥수수 種實이 發育하는 過程에서 糖含量이 높을 때는 糖과 맛과는 關係가 없거나 負의 相關이 있어 本試驗과 反對되는 結果를 報告하였다. 그러나, Winter等<sup>10)</sup>은 本試驗에서와 같이 糖含量이 낮을 때는 糖과 맛과는 正의 相關이 있으나 糖含量이 充分히 높을 때는 糖과 맛과는 關係가 없고 다른 要素와 關係되는 듯하다는 報告와 一致되며 可溶性 固形物과 맛과의 關係도 李等<sup>3)</sup>의 報告와 類似한 結果를 보였다.

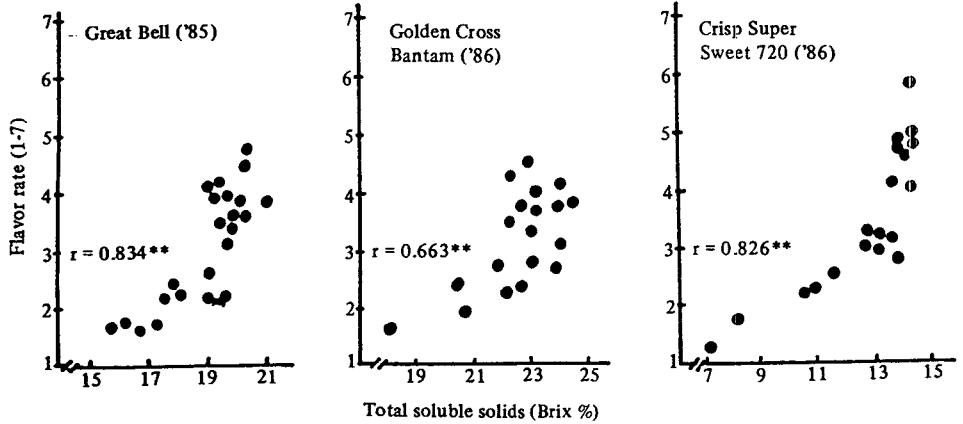


Fig. 4. Relationships between total soluble solids and flavor rate of three sweet corn hybrids during the storage at different temperatures in 1985 and 1986.

### 5. 단옥수수의 貯藏溫度와 貯藏期間

단옥수수를 수확한 후 貯藏溫度가 높을수록, 貯藏期間이 길수록 可溶性 固形物과 糖의 含量이 낮아지고 따라서 맛이 나빠진다.

冷凍貯藏을 하면 糖含量이 低下하지 아니하여 長期間貯藏이 可能하나 맛이 低溫貯藏한 것보다 좋지 못하다. 그러나 冷凍이 되지 않은 條件에서는 溫度가 낮을수록 糖과 可溶性 固形物의 減少가 적어 맛이 保存되며, 15°C 以上の 溫度에서는 糖含量과 可溶性 固形物이 현저히 감소하고 맛이 나빠지므로 적어도 10°C 以下로 貯藏되어야 할 것으로 보인다.

貯藏溫度에 따라 맛이 普通인 3 以上을 維持할 수 있는 貯藏期間을 보면, 10°C 以下에서는 7日間, 15°C에서는 3日間, 25°C에서는 1~2日間으로 생각된다.

단옥수수는 대부분 온도가 비교적 높은 6월에 收穫되고, 또 많은 量을 쌓아두면 呼吸熱 때문에 溫度가 上昇하며, 流通過程에서도 2日以上 經過되는 경우가 많으므로 市販되는 단옥수수는 맛이 좋지 않다. 그러나, 低溫施設이 있는 super market 等에서는 收穫한 후 곧 10°C 以下の 低溫에 貯藏하여 販賣하면 맛을 더욱 오랫동안 維持할 수 있을 것으로 보인다. 또, 줄기와 葉身이 많이 있으면 輸送과 保管에 不利할 뿐 아니라 糖의 消耗이 커지므로 苞葉과 줄기를 除去하고 polyethylene 필름으로 싸서 低溫貯藏하여 販賣하는 方法과 糖도가 높은 super sweet corn 品種의 導入 等도 積極的으로 研究되어야 할 것으로 보인다.

### 摘 要

단옥수수를 收穫한 후 貯藏溫度에 따라 맛을 維持할 수 있는 貯藏期間을 알아보기 위하여 보통단옥수수 2品種(Great Bell, Golden Cross Bantam)과 超糖옥수수(Crisp Super Sweet 720) 1品種을 供試하여 出絲後 20日과 25日에 收穫하였다. 貯藏溫度는 冷凍(零下 20°C), 0, 5, 10, 15, 20, 25°C이었고 貯藏期間은 1, 3, 5, 7日이었으며 貯藏溫度와 期間에 따른 可溶性 固形物, 糖含量, 맛의 變化 및 이들 相互間의 關係를 調査하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 可溶性 固形物은 10°C 以下에서는 크게 變하지 않았으나 15°C 以上에서는 貯藏期間이 길어질수록 현저히 減少하였다.

2. 全糖含量은 10°C 以下에서는 減少가 적었으나 15°C 以上에서는 貯藏期間이 길어질수록 급격히 減少하였는데 fructose와 glucose보다는 收穫時 含量이 많았던 sucrose가 主로 減少하였다.

3. 맛은 冷凍貯藏하면 크게 低下되지 않으나 0°C에 貯藏한 것보다 좋지 않았다. 맛을 維持할 수 있는 貯藏期間은 10°C 以下에서는 7日, 15°C에서는 3日, 25°C에서는 1~2日이었다.

4. 可溶性 固形物과 맛, 全糖含量과 맛과는 모두 正의 相關이 있었다.

## 引用文獻

1. Appleman, C. O. and J. M. Arthur. 1919. Carbohydrate metabolism in green sweet corn during storage at different temperatures. *J. Agr. Res.* 17:137-152.
2. Kientz, J. F., J. K. Greig and H. L. Mitchel. 1965. Sugar components of sweet corn cultivars as influenced by maturity. *Proc. Amer. Hort. Sci.* 87:313-317.
3. 李錫淳・金台柱・朴鍾錫. 1987. 成熟程度에 따른 단옥수수糖含量, 可溶性 固形物 및 맛의 變化. *韓作誌* 32(1): 86-91.
4. Miller, E. V. and C. Brooks. 1932. Effects of carbon dioxide content of storage atmosphere on carbohydrate transformation in certain fruits and vegetables. *J. Agr. Res.* 45:44-459.
5. Rumph, G., J. Mawson and H. Hansen. 1972. Gas chromatographic analysis of the soluble substances of sweet corn kernels as a method indicating the degree of maturity attained and change in quality during storage. *J. Sci. Food Agric.* 23:193-197.
6. Showalter, R. K. 1967. Sweet corn self-life as affected by trimming and packing. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91:881-884.
7. Spalding, D. H., P. L. Davis and W. F. Reeder. 1978. Quality of sweet corn stored in controlled atmosphere or under low pressure. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(6):592-595.
8. 建石耕一・小林利江・飯島隆志. 1986. スイートコーンの成熟過程及貯藏中における糖含量の消長. *日食工誌* 33(8): 598-601.
9. ———・熊谷光廣・中村明史・小林利江・飯島隆志. 1986. スイートコーンの貯藏中における糖類の組成及び含量の變化と呼吸との關係. *日食工誌* 33(8): 592-597.
10. Woods, C. 1974. Florida sweet, -try it, you'll like it. *Fld. Grower & Rancher* 67:6-7.
11. Winter, J. D., R. E. Nylund and A. F. Legun. 1955. Relation of sugar content to flavor of sweet corn after harvest. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 65:393-395.