

단옥수수와 超糖옥수수의 貯藏期間에 따른 糖含量的 變化

朴勝義* · 車善佑* · 孫永姬** · 孫榮求***

Changes of Sugar Content by Different Storage Durations in Sweet Corn and Super Sweet Corn

Seung Ue Park* · Seon Woo Cha* · Young Hee Son** and Young Ku Son***

ABSTRACT : Sweet corn hybrid GCB 70 and super sweet corn hybrid NES were cultivated at vinyl tunnel in 1991 to determine the physiologically optimum harvest time for higher eating quality and sugar content of kernel by eat parts after silking and stored in refrigerator of 4°C and in the air. The development of ear increased continuously from silking to 30th day after silking, and sugar content was the highest on 15th day after silking. The physiologically optimum harvest time for GCB 70 and NES was about 15~20th day and 20~25th day after silking, respectively. The sugar content of kernel by ear parts for two hybrids were high in order of basal, middle and top parts of the ear and showed significant differences among the parts of the ear. Changes of total sugar content during the storing period at 4°C for NES was almost the same by 9th day, but for GCB 70 rapidly decreased from 3rd day. The content of sucrose, glucose and fructose in super sweet corn NES were much higher than those of sweet corn GCB 70, but the maltose content of NES was lower than that of GCB 70.

Key Word : Sweet corn, Super sweet corn, Sugar content of kernel, Storage duration

단옥수수가 우리나라에서 처음으로栽培된 것은 1973年으로서 옥수수 主産地인 江原道 一部地域에서 早期出荷를 目的으로 비닐터널 栽培로 시작되었으나 1980년대初 부터 江原道보다 自然的인 氣候條件이 早期栽培에 有利한 忠南地方에서 畚前作 비닐 하우스 育苗移植 栽培로 擴大되어 現在에는 慶南을 中心으로 한 南部地方의 畚前作 비닐하우스 直畚栽로 發展되었다²⁾. 國民所得이 높아짐에 따라 食用옥

수수 需要가 점차 增加되고 있다.

食用 糯옥수수에 대한 統計資料가 없어 正確한 面積을 알 수 없으나 단옥수수 種子消耗量을 栽培面積으로 換算하면 1975年에 1,160ha에서 1985年에 2,700ha로 增加되었으며 1991년에는 3,800ha가 栽培된 것으로 推定된다²⁾. 食用 糯옥수수로 利用되는 단옥수수와 超糖옥수수는 長距離 輸送時 品質이 變하여 商品價値가 떨어지고 輸送 및 貯藏費用이

* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, Suwon 441-100, Korea)

** 農業遺傳工學研究所 (Agricultural Biotechnology Institute, RDA, Suwon, 441-707 Korea)

*** 農業技術研究所 (Agricultural Sciences Institute, RDA, Suwon, 441-707 Korea)

過多하여 輸入보다 國內生産이 有利할 것으로 展望되므로 國際競爭力이 낮은 種實用옥수수에 대한 輸入對替 作目으로 食用 糯옥수수 栽培로의 轉換이 時急한 課題로 대두되고 있다. 또한 食用 糯옥수수는 未熟한 狀態에서 收穫할 경우 冷凍貯藏 施設이 없는 우리나라에서는 販賣過程에서 澱粉合成과 옥수수 自體의 呼吸熱에 의한 糖의 消耗로 糖分이 澱粉으로 즉시 變化되어 消費者 嗜好에 滿足을 주지 못하고 있는 實情이다. 收穫後에 糖分이 澱粉으로 變하는 程度는 超糖옥수수보다 단옥수수가 크므로 美國이나 日本과 같이 食用 糯옥수수 栽培가 定着된 나라에서는 통조림加工用은 단옥수수, 冷凍 貯藏되어 糯옥수수로 利用되는 것은 超糖옥수수가 栽培되어 왔다. 그러나 우리나라는 아직 初期段階이므로 糯옥수수로 利用되는 것도 모두 단옥수수가 栽培되고 있다.

단옥수수나 超糖옥수수는 成熟時期가 지나면 糖分이 澱粉으로 쉽게 變하므로 未熟期에 收穫하는 것이 보통이나 收穫適期를 判定하는 것은 利用目的에 따라 多少 다르다. 美國에서도 糯옥수수로 直接 利用할 때는 乳熟期에 該當하는 出絲後 20日頃을 收穫適期로 보고 이보다 더 成熟되면 糖含量은 減少하고 澱粉蓄積이 增加되어 嗜好性이 떨어진다고 한다⁶⁾. 그러나 우리나라에서는 早期出荷할수록 所得이 높아 早期에 播種하므로 低溫期에 出絲된 것과 高溫期에 出絲된 것과의 收穫期가 一定하지 않으므로 栽培類型에 따라 다르다.

따라서 本 試驗에서는 비닐터널 栽培에서 단옥수수 및 超糖옥수수의 出絲後 이삭의 生育程度 및 糖度を 分析하였으며 收穫後 이삭部位別 糖含量과 貯藏期間에 따른 糖의 種類別 變化 등을 調査 分析하였기에 報告하는 바이다.

本 試驗研究 遂行에 있어서 糖分析을 해주신 農業技術研究所 農產物利用科 關係官에게 깊이 感謝드립니다.

材料 및 方法

本 試驗은 作物試驗場 田作圃場에서 1991년에 보

통 단옥수수인 GCB 70(Golden Cross Bantam 70)과 超糖옥수수인 NES(Northern Extra Sweet)를 供試하였다. 播種은 3月 5日 비닐하우스에 播種 育苗하여 4月 1日에 栽植距離 60cm×25cm로 定植한 후 비닐터널에서 栽培하였다. 비닐터널 內의 最高溫度가 45℃를 超過하는 5月 10日부터 일자 짓기로 통풍을 시켰으며 5月 25日 以後에는 植物體를 터널밖으로 나오도록 유도하였다. 出絲後 生育時期別 生育特性 및 糖含量 調査는 각 處理別로 10個씩 出絲後 15日부터 5日 間隔으로 4回 調査하였으며 이삭部位別 糖含量은 出絲後 25日에 實施하였다.

貯藏期間에 따른 糖含量 調査는 出絲後 25日에 收穫하여 가정용 냉장고의 냉장실(4℃)에 9日間 貯藏하였다가 2日 間隔으로 5回 調査하여 收穫當時의 總糖含量中에서 糖類別 變化를 分析하여 比較하였다. 糖類分析 試料는 出絲後 25日에 이삭의 中間部位에서 穀粒 20g을 取하여 Waring blender에 넣고 同量의 蒸溜水를 加한 後 10分間 磨碎한 後 遠心分離機에서 3,500rpm으로 240分間 分離하여 上騰液을 取하고 濾過한 後 活性炭을 1g을 넣고 60℃에서 5分間 加熱하여 脫色시킨 後 濾過한 濾液을 0.45 μ m milipore filter로 再次 濾過한 後 이것을 HPLC 注入用 試料로 利用하였다.

HPLC에서 移動相으로 使用된 蒸溜水는 Burdic and Jackson Lab. Inc.의 High Purity Grade를 0.45 μ m milipore filter로 濾過하고 거품을 除去한 다음 使用하였으며 標準糖은 Sigma社의 것을 使用하였다.

結果 및 考察

1. 出絲後 이삭의 發育과 成熟期

出絲後 15日부터 30日까지의 단옥수수 GCB 70과 超糖옥수수 NES의 生育特性 및 이삭 發達程度를 보면 表 1과 같다. 出絲後 稈長의 生育을 보면 單옥수수 品種인 GCB 70은 出絲後 15日에 比하여 出絲日數가 經過됨에 따라 輕視的으로 增加되는 傾向이 있으며 超糖옥수수인 NES도 GCB 70과 같이 出絲後 30일까지 증가하였으나¹⁾ 出絲後 25日과 30日

Table 1. Changes in various agronomic characteristics by days after silking in GCB 70 and NES

Days after silking	GCB 70(sweet corn)				NES(Super sweet)			
	PH ¹	EW ²	EW ³	100KW ⁴	PH	EW	EL	100KW
15	119	96	13.7	4.73	114	142	19.2	5.10
20	120	136	16.9	11.28	119	184	19.7	9.55
25	126	175	17.2	12.80	128	212	19.9	10.56
30	129	225	17.2	14.72	131	223	19.5	13.33
Mean	124	158	16.3	10.9	123	190	19.6	9.64
C V(%)	2.10	9.04	4.99	6.88	3.77	10.46	1.88	5.75
LSD(5%)	5.19	28.55	1.62	1.43	9.28	39.78	0.73	-

※ 1:Plant height(cm) 2:Ear weight(g/ear)
3:Ear length(cm) 4:100 kernel weight(g)

Table 2. Analysis of variance for agronomic characteristics in GCB 70 and NES

Var.	Factor	D.F	Mean square			
			PH (1)	EW	EL	100KW
GCB 70 (sweet)	Treatment	3	69.00*	9,203.64**	9.01**	56.41**
	Rep.	2	25.75	39.58	0.08	0.12
	Error	6	6.75	204.14	0.06	0.52
NES (Super sweet)	Treatment	3	178.22**	3,888.22**	0.24 NS	35.08**
	Rep.	2	43.00	322.58	0.79	1.34
	Error	6	21.55	396.47	0.13	0.31

*, **: Significant at 0.05% and 0.01 % probability level, respectively

(1) : Refer to Table 1

間에는 增加幅이 좁았다. 풋옥수수 이삭의 무게는 GCB 70은 出絲後 15日에 142g에서 出絲後 30日에는 223g으로 增加되었다. 李 等⁷⁾도 이삭무게를 乾燥重으로 換算된 무게의 경우 出絲後 15日부터 27~30日까지 增加되었고 그 以後에는 增加하지 않았다고 하였다. 이삭길이는 GCB 70보다 NES가 다소 長大한 特性을 나타내었다. 그리고 GCB 70에서는 出絲後 15日과 20日間에는 다소의 차이가 있었으나 出絲後 20日부터 30日까지는 두 品種 모두 統計的인 有意성이 없었다.

이삭의 길이는 出絲後 15~20일에 決定된다는 kientz 등⁶⁾의 報告와 一致하였다. 100粒重도 이삭 무게와 같이 出絲 日數가 經過됨에 따라 增加되었으며^{4,5)} GCB 70보다 NES가 가벼운 경향을 보였다. 李 等⁷⁾의 研究에 의하면 出絲後 30日까지는 이삭의 發達은 繼續되지만 30日後부터는 種實이 收縮

되어 過熟狀態가 되므로 풋옥수수로의 商品價値가 낮다고 하였다. 姜 等³⁾의 研究에서도 찰옥수수 이삭의 發達은 出絲後 30日까지 增加되었고 그 以後에는 약간의 增加에 그쳤으며 食味檢定에서 出絲後 30日에 收穫된 이삭의 食味が 54%로 가장 높았고 40日 收穫은 36%로 떨어졌다고 하였다. 食用 풋옥수수에 대한 收穫時期는 研究者에 따라 多少의 差異는 있었으나 이삭의 發育 程度의 糖含量의 變化 등을 考慮하면 단옥수수는 出絲後 15~20日頃, 超糖옥수수는 出絲後 20~25日頃이 收穫適期로 判斷된다.

2. 出絲後의 糖含量 變化

出絲後 풋옥수수 이삭內의 總糖含量을 分析한 結果는 表 3에서 보는 바와 같다.

出絲後의 總糖含量의 變化는 단옥수수의 경우 出

絲後 15일에 32.0%에서 出絲日數가 경과됨에 따라 總糖含量이 변화하여 出絲後 30일에는 3.1%로 낮아 糖類가 急激하게 澱粉으로 變化된 것을 알 수 있었다. 超糖옥수수에서도 單옥수수와 같이 出絲後 15일에는 總糖含量이 44.4%로 가장 높았으나 出絲日數가 지남에 따라 總糖含量이 減少된 傾向이었으며 出絲後 30일에도 糖含量이 19.4%로 單옥수수보다 높았다^{9,10)}. 超糖옥수수는 收穫時期가 지나더라도 單옥수수보다 糖含量이 높기 때문에 생이삭으로 利用할 때 超糖옥수수가 嗜好性이 높은 것으로 思考된다.

3. 이삭의 部位別 糖含量 比較

이삭의 中間部位와 이삭上段, 이삭下段 등으로 이삭을 3等分하여 糖含量의 變化를 分析한 結果를 보면 表 4와 같다.

單옥수수 이삭내의 糖含量은 이삭의 下段部位)

Table 3. Changes in total sugars by days after silking of sweet corn and super sweet corn hybrids

Days after silking	Sweet corn (GCB 70)	Super sweet corn (NES)
15	32.0 a*	44.4 a
20	11.2 b	27.5 b
25	8.9 b	29.3 b
30	3.1 b	19.4 b
LSD 0.01	12.9	16.0
CV (%)	34.3	19.5

* Values followed by the same letter within column are not significantly different at the 0.05% probability level by DMRT.

Table 4. Changes in total sugars by parts of ear of sweet corn and super sweet corn hybrids

Parts	Sweet corn (GCB 70)	Super sweet corn (NES)
Top	7.6	21.7 b
Middle	8.9	29.3 a
Basal	9.4	31.6 a
LSD (0.05)	-	5.5
CV (%)	31.0	23.8

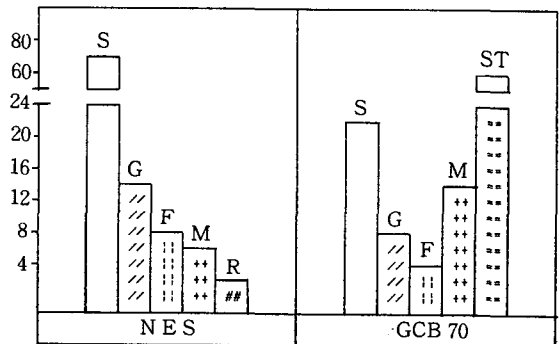
中間部位>上段部位 順으로 糖含量이 높았으나 統計的 有意성은 없었으며 超糖옥수수에서는 上段部位와 中間부위 및 下段部位間에 統計的 有意差를 보였으며 部位別 順位는 單옥수수와 동일하였다. 옥수수 이삭내의 암꽃(암이삭)의 開花順序는 이삭 中間이 가장 먼저 開花되고 다음으로 이삭의 上·下가 開花되어 花粉을 받아 受精하게 되는데⁴⁾ 이삭의 上端部位보다 中間部位와 下端部位에서 糖度가 多少 높았던 것은 이삭의 部位別 成熟程度와 遺傳的인 特性으로 생각된다.

4. 貯藏期間에 따른 糖類의 變化

收穫時 이삭의 總糖含量 100% 中에서 糖類別 含有率을 보면 그림 1과 같다. 超糖옥수수는 Sucrose 가 70.9%로 가장 높았으며 다음은 Glucose 13.3%, Fructose 8.4%, Maltose 6.4%, Ribose 1.0% 순위였고, 單옥수수는 糖으로 轉換되기 前段階인 Starchyose 52.5%로 가장 높고 다음이 Sucrose 23.0%, Glucose 6.8%, Fructose 4.3%, Maltose 13.4%가 含有되어 있었다⁸⁾

貯藏期間別로 總糖中에서의 Sucrose, Glucose, Fructose, Maltose의 變化를 收穫當時와 比較한 分析結果는 그림 2와 같다.

먼저 Sucrose의 變化를 보면 超糖옥수수는 收穫時의 Sucrose 含量 70.9%에서 貯藏 9일후에도 70.6%로 變化가 거의 없었으며 貯藏後 3~5일보다



※ S : Sucrose M : Maltose G : Glucose
R : Ribose F : Fructose ST : Starchyose

Fig 1. Changes in sugar content of super and sweet corn hybrids.

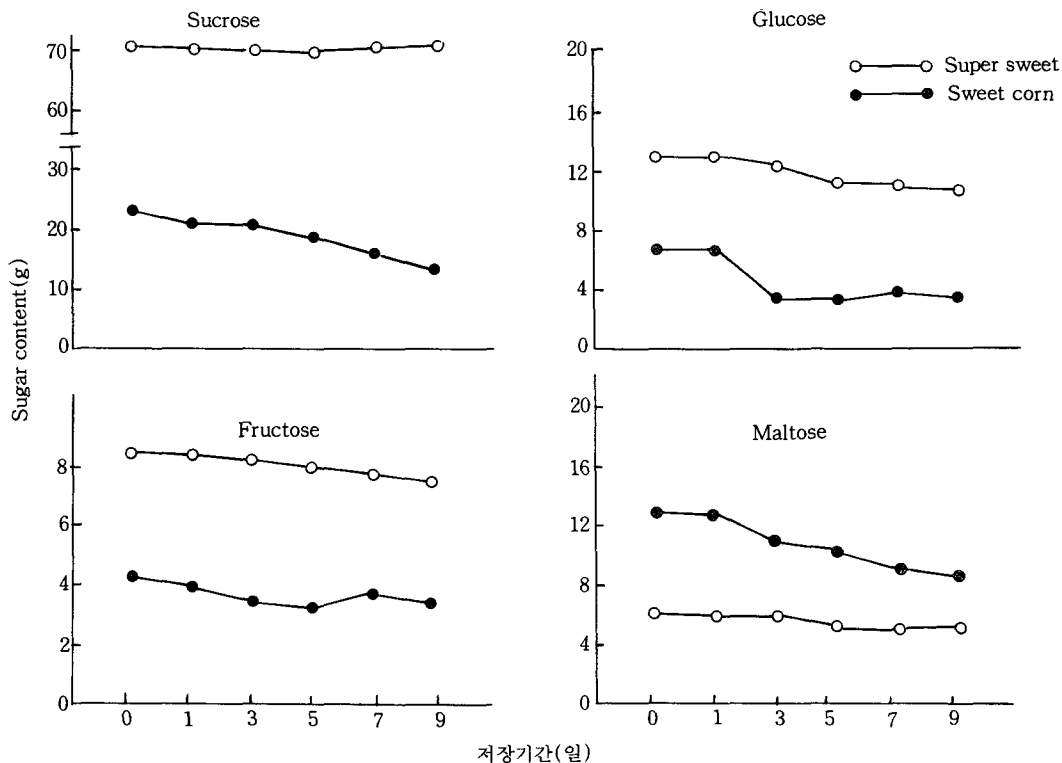


Fig 2. Changes in sugar content by storage duration of super sweet corn hybrids.

貯藏後 7~9일에 Sucrose 함량이 다소 높게 分析된 것은 Sample 採取의 誤差로 생각된다. 단옥수수는 招糖옥수수에 비하여 Sucrose 함량은 1/2~1/3로 낮았으며 收穫時에는 23.0%였으나 貯藏 1日後에는 21.2%로 1.8%가 減少되었고 貯藏 3日以後부터는 Sucrose 함량이 10.7%~13.5%로 急激히 減少되었다. 이와 같이 단옥수수에서 Sucrose 함량이 減少된 것은 貯藏期間이 길면 酵素의 Amylase 分解作用에 의해서 Sucrose 일부가 Glucose나 Fructose로 轉移된 것으로 생각된다.

Glucose 함량의 變化를 보면 超糖옥수수는 收穫當時와 貯藏 1일후까지는 變化가 없었으며 貯藏 3일후부터는 減少 傾向이었고 단옥수수도 貯藏期間이 길수록 減少하는 傾向이나 貯藏 3日後부터는 Glucose 함량이 3.5%로 낮아졌다. Fructose의 變化도 Glucose의 變化와 같이 超糖옥수수와 단옥수수에서 모두 貯藏期間이 길수록 낮아지는 傾向이었고 그의 變化幅은 좁았다. Maltose도 超糖옥수수

와 단옥수수 모두 貯藏期間이 길수록 減少 傾向이 있으며 단맛의 정도가 낮은 Maltose 함량은 超糖옥수수보다 단옥수수에서 높으며 단맛 정도가 높은 Sucrose, Glucose, Fructose 등은 단옥수수보다 超糖옥수수가 높았다.

以上の 結果를 보았을 때 超糖옥수수는 家庭用 냉장고의 냉장실에 長期間 貯藏되더라도 糖度の 變化가 별로 없으나 단옥수수에서는 貯藏 3日後부터는 糖類가 급속히 變化됨을 알 수 있었다.

摘 要

단옥수수와 超糖옥수수의 出絲後 이삭의 成熟程度와 糖含量, 이삭部位別 糖度, 貯藏期間에 따른 糖類의 變化등을 究明하기 위하여 作物試驗場 田作試驗圃에서 GCB 70과 NES를 1991年 3月 5일에 비닐하우스에서 播種育苗하여 4月 1일에 本圃에 移

植後 小形 비닐터널로 栽培하였다. 出絲後 15일부터 30일까지 5日 間隔으로 4回 收穫하여 生育特性 및 糖含量을 調査하였으며 이삭의 部位別 糖含量은 出絲後 25일에 1回 調査하였다. 貯藏中의 糖類調査는 냉장고(4℃)에 9日間 貯藏하였다가 2日間隔으로 5회에 걸쳐 HPLC를 利用하여 總糖含量中의 糖類 變化를 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. GCB 70과 NES 두 品種 모두 稈長, 이삭무게, 100粒重 등은 出絲後 30일까지 增加傾向이었으나 出絲後 25日과 30日 사이에는 增加幅이 좁았다.

2. 두 品種 모두 出絲後 15일에 糖含量이 가장 높았으며 이삭의 發育程度는 出絲後 30日가지 增加傾向이나 25일부터 糖含量이 급격히 低下되므로 단옥수수는 出絲後 15~20일경, 超糖옥수수는 出絲後 20~25일경이 收穫適기로 보였다.

3. 이삭部位別 糖含量은 두 品種 모두 이삭下段> 이삭中間> 이삭上段 順位로 높았다.

4. 超糖옥수수는 收穫當時의 貯藏後 9일까지의 糖度變化가 거의 없었으나 단옥수수는 貯藏 3日後 부터는 糖度가 急激히 低下되었다.

5. 總糖中에서 Sucrose, Glucose, Fructose 등은 단옥수수보다 超糖옥수수보다 단옥수수가 높았다.

引用文獻

1. 作物試驗場. 1984. 옥수수 栽培技術에 관한 研究. 作試報告書(田作篇:278-284)
2. 農村振興廳. 1990. 農畜產物과 生産需給 動向과 國際競爭力(食糧作物篇:152-173)

3. 姜榮吉, 車英燾, 金洙東, 朴根龍. 1988. 成熟程度에 따른 甜 찰옥수수의 水分, 全糖含量 및 맛의 變化. 韓作誌 33(1):70~73
4. Ingle, J. D., Beitz and R.H. Hageman. 1965. Changes in composition development and maturation of maize seeds. *Plant Physiol.* 40:832-835
5. 鄭丞根, 朴勝義, 朴根龍, 成泳秀. 1982. 옥수수 種實의 成熟度가 出荷 및 初期生育에 미치는 影響. 朴贊浩 博士 回甲論文:46-51.
6. Kientz, J.F., J.K.Greig and H.L.Mitchel. 1965. Sugar components of sweet corn cultivars as influenced by maturity. *Proc. Amer. Soc, Hort. Sci.* 87:313-317.
7. 李錫淳, 金台柱, 朴鍾錫. 1987. 단옥수수 成熟程度에 따른 糖含量, 可溶性 固形物 및 맛의 變化. 韓作誌 32(1):86-91
8. Rumph G., J.Mawson and H.Hansen. 1972. Gas chromatographic analisis 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
9. 建石耕一, 小林利江, 飯島降志. 1986. 스위트 코스의 成熟過程及貯藏中에ける 糖含量의 消長. 日食工誌. 33(8):598-601
10. 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.