

## 찰옥수수 수확시기 및 저장조건이 이삭 품질에 미치는 영향

오세윤<sup>1</sup> · 심두보<sup>1</sup> · 송선희<sup>2</sup> · 박찬영<sup>1</sup> · 신종무<sup>1</sup> · 심상인<sup>1,†</sup>

## Effects of Harvest Timing and Storage Conditions on Ear Quality of Waxy Corn

Se-Yun Oh<sup>1</sup>, Doo Bo Shim<sup>1</sup>, Seon-Hwa Song<sup>2</sup>, Chan-Young Park<sup>1</sup>, Jong-Moo Shin<sup>1</sup>, and Sang In Shim<sup>1,†</sup>

**ABSTRACT** The consumption of waxy corn is steadily increasing in Korea. Waxy corn is harvested before it reaches full maturity and consumed immediately or following cold storage. Glutinous and sweet kernels are preferred due to their high palatability. The kernel properties can change rapidly following harvest, and, therefore, optimal conditions to maintain the kernel quality of corn should be identified. In addition, the timing of harvest of waxy corn ear should be also determined for optimal marketable corn production. From 10 days after silking (DAS) to 25 DAS, fresh ear weight and single kernel weight rapidly increased from 78.3 g and 1.13 g, respectively, to 224.9 and 3.61 g, respectively. However, by 30 DAS both fresh and single kernel weight decreased by 10.6% and 6.1%, respectively. Kernel hardness significantly increased up to 25 DAS, and a further slight increase in kernel hardness was observed at 30 DAS. Total sugar content in kernel decreased from 12.5% at 10 DAS to 3.5% at 35 DAS, which was the result of the conversion of sugars to starch during ear development. Crude protein content in kernel did not vary significantly in comparison to kernel hardness. During storage of ear, kernel hardness increased from 726 g cm<sup>-2</sup> at harvest to 1,894 g cm<sup>-2</sup> following 28 days of storage at a low temperature (0°C). Kernel hardness increased 2.5 fold from 15 DAS to 30 DAS. Soluble protein level in kernel increased until 10 DAS, following which a slight decrease was observed. The soluble protein content decreased from 1.85% at 5 DAS to 1.45% at 35 DAS. Total sugar content in kernel decreased regardless of storage temperature; however, the rate of reduction was lower at 0°C than that observed following storage at 4°C and 10°C. The rate of reduction in kernel moisture content was also lower at 0°C than that observed at 4°C and 10°C.

**Keywords :** ear quality, seed development, storage, waxy corn

**최근** 건강식품에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 육류 섭취가 많은 선진국에서는 탄수화물 식품인 단옥수수의 소비가 증가되고 있다(Son *et al.*, 1997). 특히 옥수수에는 단백질, 당질, 섬유질 등이 고루 함유되어 있고, 비타민 E도 풍부할 뿐만 아니라 여러 성분들로 인한 약리작용도 높은 것으로 알려져 있다(Jung *et al.*, 2001).

예로부터 우리나라의 주된 간식거리중 하나로 풋옥수수는 계절에 관계없이 수요가 증대되고 있는 실정이다(Cha *et al.*, 1995; Jung *et al.*, 2006). 옥수수는 그 이용 목적에 따라 수확기를 달리하는데 곡물로 이용하거나 사료용 혹은 공업용 원료 등 전조된 종자를 이용할 때는 수량성과 건조

를 고려하여 완전히 성숙한 시기에 수확하는 것이 일반적이나 사일리지의 경우 사료의 생산성과 사료가치를 고려하여 황숙기에 수확하는 것이 좋다. 그러나 풋옥수수로 이용하는 찰옥수수는 성숙되면 식용가치가 상실되어 미숙상태에서 수확하는 것이 일반적이다(Kettaisong *et al.*, 2013). 찰옥수수는 출사 후에 성분과 크기의 변화가 일어나는데 종실의 길이, 폭, 두께 등은 출사 후 15일에서 30일 사이에 발육이 완료되며 종실의 무게는 30일까지 크게 증가한다 (Kim *et al.*, 2014). 찰옥수수는 출사 후 30일 정도에 수확하여야 쫄깃쫄깃한 식감을 나타냄으로 일반 단옥수수보다는 10여일 늦은 편이다(Jung *et al.*, 2001).

<sup>1)</sup>경상대학교 농학과 (Department of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea)

<sup>2)</sup>경상대학교 응용생명과학부 BK21 프로그램 (Division of Applied Life Science (Brain Korea 21 program, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea)

<sup>†</sup>Corresponding author: Sang In Shim; (Phone) +82-55-772-1873; (E-mail) [sishim@gsnu.ac.kr](mailto:sishim@gsnu.ac.kr)

<Received 8 August, 2016; Revised 17 October, 2016; Accepted 17 October, 2016>

미국, 유럽 등 주요 옥수수 생산국에서는 대부분의 식용 풋옥수수를 통조림으로 가공하여 이용하는 반면 우리나라를 비롯한 동양권에서는 풋옥수수를 수확하여 삶거나 구워서 바로 먹는 경우가 대부분이므로 고품질 유지를 위한 효율적인 예냉처리 방법, 저장기술 및 유통방법의 개선 등이 절실히 요구된다(Son *et al.*, 1997).

이전 연구에 따르면 식용 풋옥수수는 미성숙단계에서 이용되기 때문에 다른 신선 채소류처럼 수확 후 유통과정에서 호흡, 증산 등의 생리작용을 지속하여 자체 영양성분의 이화학적 변성이 일어나 상품성과 식품으로서의 가치가 떨어지므로 품질 유지 기술의 개발이 요구된다(Son *et al.*, 1999). 수확 후 생리작용에 영향을 미치는 인자들로서는 온도, 습도, 공기조성, 에틸렌, 광, 미생물 등이 있으며, 이들 요인들은 단독 또는 복합적으로 작용하나 그 중 온도의 영향이 가장 크다. 특히, 수확시기가 여름철 고온기이므로 수확 직후 품온을 0~2°C까지 낮추어 주지 않으면 당류가 전분으로 변화되어 감미가 떨어지고 알코올 불용성 고형물(alcohol insoluble solid)이 증가되어 물성이 악화되는 등의 상품성이 떨어지게 된다(Kramer, 1959).

찰옥수수는 단옥수수처럼 당도와는 크게 관계가 없으나 출사 후 20일경에 가장 높은 2%정도를 보이며 30일 경에는 1.5% 내외로 보고하였다(Park *et al.*, 1994). 찰옥수수 저장기간별 수분함량, 경도, 유리당 함량의 변화 보고에 따르면 수분함량은 품종간의 차이는 없었으나 저장기간이 경과할수록 대체로 감소하는 경향을 보인다고 알려져 있다(Park *et al.*, 1994).

본 연구는 찰옥수수의 수확시기 및 저장조건이 이삭품질과 성분변화에 미치는 영향을 구명하여 최적의 수확시기와 저장방법을 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 수확시기별 찰옥수수 생육특성

본 시험은 국립경상대학교 교내 농장에서 수행되었으며, 시험 품종은 대학찰 옥수수 품종을 이용하였고, 2010년 5월 27일에 파종하였다. 재식밀도는 60 cm × 20 cm로 하였으며, 시비 및 병해충 방제는 표준재배법에 준하여 실시하였다.

생육 특성은 암이삭이 80%이상 출사가 된 2010년 7월 23일부터 5일 간격으로 출사 후 35일까지 조사하였다. 조사항목은 이삭길이, 이삭중, 포엽의 엽록소함량과 엽록소형광을 측정하였다. 이삭 길이는 암이삭자루 하단부터 포엽 선단까지의 길이를 측정하였다. 엽록소 함량은 10개체씩

10반복으로 이삭의 최외각 포엽에 대해 휴대용 엽록소측정기(SPAD-502 Minolta, Japan)을 이용하여 측정하였다. 알곡의 경도는 수확 직후 Texture analyzer (Stable Micro System Ltd. UK)를 이용하여 각 이삭 당 종실 20개 값을 구한 후 평균값을 산출하였다.

### 저장 조건별 찰옥수수 품질 및 성분 특성

출사 후 30일 된 찰옥수수의 수분 및 당함량의 손실을 최소화하기 위해 오전 7시부터 9시 이전에 수확하였다. 저장 조건은 온도별 (0, 4, 10°C), 저장기간별(7, 14, 21, 28일)로 각각 3 반복으로 시료 수집을 하였고, 시료는 즉시 물성 분석에 이용하거나 추후 탄수화물 분석을 위해 액체질소로 급속냉각 후, -72°C 초저온 냉장고에 보관하였으며 성분분석은 동결 건조 시킨 시료를 이용하였다.

품질 조사 항목으로는 알곡의 경도와 수분함량을 측정하였고, 성분조사는 알곡을 동결건조하여 당, 전분, 조지방, 단백질함량을 측정하였다. 당은 anthrone 법(Trevelyan *et al.*, 1952), 전분은 Holm 법(Holm *et al.*, 1986), 조지방 정량은 Soxtec HT1043 (FOSS, Sweden)을 이용하였고, 단백질은 Kjeldahl 법으로 분석하였으며 단백질 함량 변환 factor는 6.25를 이용하였다.

### 통계분석

통계처리는 SAS 프로그램(SAS ver. 9.1)을 이용하여 분산분석 후 DMRT(Duncan's multiple range test)를 수행하여 평균간 비교를 하였다.

## 결과 및 고찰

### 수확시기별 이삭특성

찰옥수수 수확시기를 결정하는데 씹는 맛 즉, 찰기와 부드러움 등의 품질적인 요소 외에도 이삭중도 중요한 요소라 할 수 있다. 출사 후 25일까지 생체중은 증가하였다(Table 1). 본 연구에서 이삭중과 이삭장은 포엽에 싸여 있는 상태로 측정하여 포엽의 수분이 급격하게 줄어드는 출사 후 25일부터 길이와 무게가 감소하였다. 찰옥수수의 경우 암이삭이 포엽에 싸여 있는 생체 상태로 유통되는 것을 감안할 때 출사 후 25일 경부터 이삭의 크기와 생체중이 줄어 전체 이삭의 크기와 용적이 감소한 것으로 나타났다. 이삭의 길이는 생체중에 비해 더 오랜 기간 증가하였는데, 생체중이 15일에 최대값을 보인 반면 길이는 20일까지 증가하였다. 이러한 결과는 수분 함량의 감소 시작이 일어난 이후에도 이삭의 생장은 지속됨을 보여주는 것이다. 이는 포

**Table 1.** Changes in growth characteristics during ear development in waxy corn.

Days after silking (DAS)	Ear length (cm)	Ear fresh weight (g)	Kernel <sup>‡</sup> weight (g)	Silk fresh weight (g)	Silk dry weight (g)	Husk SPAD
5 DAS	12.3a <sup>†</sup>	47.5a	-	5.31a	0.51a	11.7b
10 DAS	13.5b	78.3b	1.13a	4.21b	0.45b	12.7b
15 DAS	15.7c	98.8c	2.04b	3.50c	0.43b	16.2a
20 DAS	17.5d	130.1d	2.52c	2.15d	0.30c	7.4c
25 DAS	20.3e	224.9e	3.61e	0.77e	0.25c	3.7d
30 DAS	19.7e	201.1f	3.39d	0.50f	0.20cd	0.0e

<sup>†</sup>Same letters in a column are not significant different by DMRT at 0.05 probability.

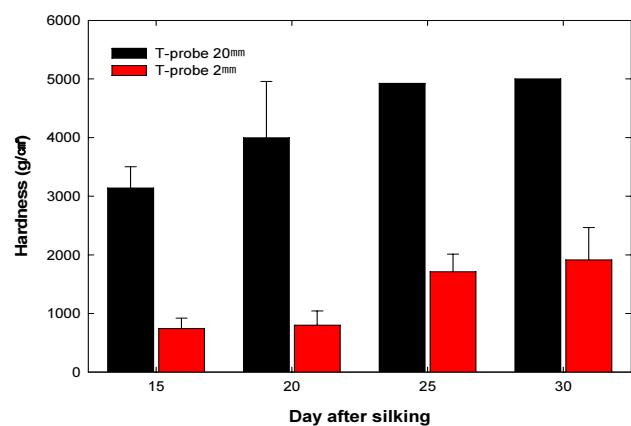
<sup>‡</sup>Fresh weight of single kernel. Kernel weight at 5 DAS was not measured due to kernel immaturity.

엽의 엽록소가 출사 15일에 최대값을 보이고 이후 감소하는 결과를 고려할 때 광합성 등 이삭 자체의 활성은 출사 15일에 가장 활발하고 이후 낮아져도 출사 20, 25일 경까지 양분의 전류에 의해 알곡의 양분 축적이 일어나기 때문으로 보여진다.

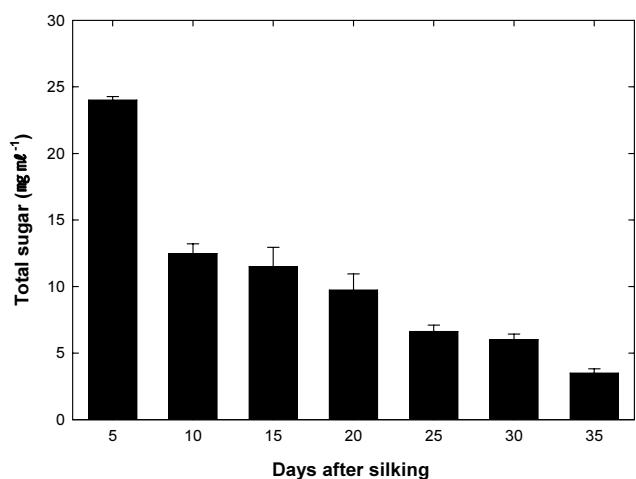
Kim *et al.* (2014)는 찰옥수수의 수확 적기는 4월 20일 파종한 경우는 출사 후 23-24일, 7월 20일 파종한 경우는 32-35일 경이 적기라고 보고하였는데, 파종일이 6월 1일인 본 시험에서는 수염의 수분함량이 낮아지는 시기인 출사 후 25-30일 경이 적당한 시기인 것으로 보여진다. 옥수수 수염의 건물중이 낮아지는 것은 육안으로 쉽게 수확 시기를 판단하는 기준이 될 수 있는데, 옥수수 수염의 건물중은 출사 후 5일부터 지속적으로 감소하였으며 포엽의 엽록소는 25일 이후에 거의 존재하지 않아 최외각 포엽의 엽록소가 사라지는 시기가 가시적으로 수확 적기인 것으로 사료된다. 옥수수의 등숙기에 대한 연구에서 Cha *et al.* (1994)는 등숙기간은 약 35일 정도라 보고 하였는데, 본 연구의 결과에서도 출사 후 35일 이전에 수확하는 것이 유리하다고 판단되었다.

### 수확시기별 이삭 품질 및 성분 특성

수확시기에 따른 찰옥수수 종실의 물성변화(경도)는 Fig. 1과 같이 출사 후 15일에서는  $741.9 \text{ g/cm}^2$  으로 나타났으며, 출사 후 30일에서는 38.8%의 증가를 보였다. 종실내의 당함량은 수확시기에 가까워질수록 감소하여, 출사 후 30일에는 3~5% 내외의 값을 보였다(Fig. 2). 종실용 옥수수와는 달리 찰옥수수는 식감이 중요한 요인이며, 수확시기에 따라 종실의 경도가 달라진다고 알려져 있다(Kettaisong *et al.*, 2013). 본 연구에서 경도는 Fig. 1에 나와 있는 것처럼 출사 후 25일에 급격히 증가한 후 일정한 값을 유지하였다. 이 결과는 출사 후 30일까지 경도가 증가하였다는 Kim *et*



**Fig. 1.** Changes of kernel hardness during ear development from 15 days after silking (DAS) to 35 DAS. 20 mm (black bars) and 2 mm (gray bars) probes were attached to the machine, as indicated in the figure panel. Error bars indicate standard deviation.



**Fig. 2.** Changes of total sugar content in kernel during ear development from 5 days after silking (DAS) to 35 DAS.

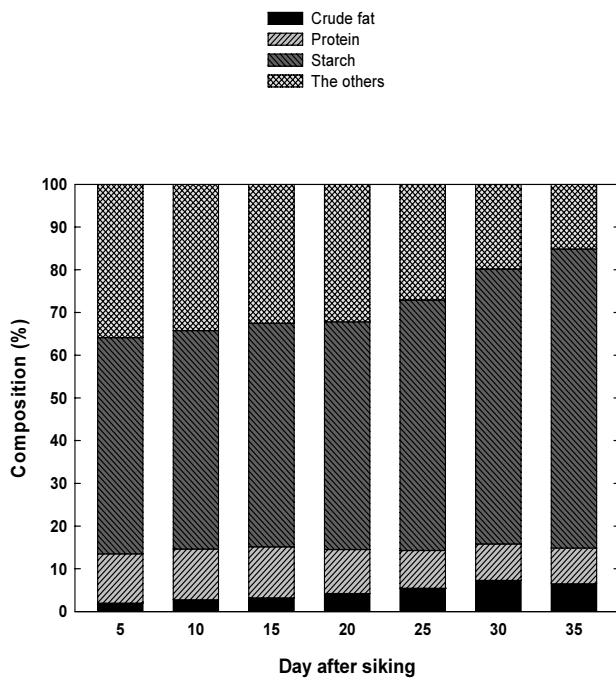


Fig. 3. Changes of kernel nutrients composition during ear development from 5 days after silking (DAS) to 35 DAS.

al. (2014)의 보고와 비교할 때 최대 경도에 이르는 시기가 다소 빠른 것이며 이는 파종 시기의 차이에 따른 종실 내 양분축적 속도의 차이에 기인하는 것으로 보여진다. 반면 전분함량은 출사 후 5일에는 65%로 나타났으나, 출사 후 25일에는 73%의 전분함량을 보였고, 출사 후 35일에는 75%로 생육초기와 비교하여, 약 10%의 증가를 보였다. 찰옥수수의 식미는 단맛이 중요한 요인이며 전분함량은 그림 1에서 보는 바와 같이 비슷한 경향을 보이므로 알곡내 당이 적극적으로 전분화되기 시작하는 시기인 출사 후 25 - 30일 경이 수확적기임을 알 수 있었다. 옥수수 종실내 조지방 함량은 4.0%로 정도로 보고되고 있으나(Cho and Yoon, 1989), 출사 후 35일에 6.4%로 찰옥수수가 2.4% 정도 높은 것으로 나타났다(Fig. 3). 수확시기에 따라서는 출사 후 30일까지 계속 증가하다가 이후 일정한 경향을 유지하는 것으로 나타났다. 단백질 함량은 출사 후 5일부터 30일까지 수확시기별 큰 차이가 없었다.

#### 저장조건별 경도 및 수분 함량

저장조건에 따른 수분 및 물성변화(경도)에 대하여 알아본 결과는 Fig. 4와 같다. 저장 0일과 비교하여 저장기간과 온도가 높아질수록 물성변화가 크게 일어났다. Fig. 4와 같

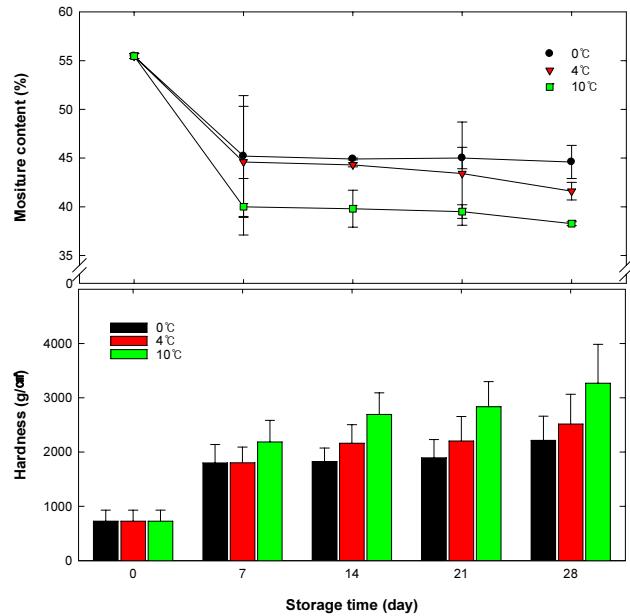


Fig. 4. Changes of moisture content and kernel hardness in ears stored at different temperatures. A 2 mm probe diameter attached to the texture analyzer was used for measuring hardness.

이 저장 0일 찰옥수수 경도 값은  $726.3 \text{ g/cm}^2$ 로 나타났고, 저장 28일 후 10°C에서는  $3200.4 \text{ g/cm}^2$ 로 4.5배의 증가를 보였다. 0°C 저장 28일과 10°C 저장 7일이 각각  $2215.7 \text{ g/cm}^2$ ,  $2184.4 \text{ g/cm}^2$ 로 0°C의 저장이 품질변화 억제에 다소 효과적인 것으로 보였다.

수분함량의 변화는 물성변화가 급격히 나타나면서, 저장기간이 길어질수록 감소하는 것으로 나타났다. 옥수수 전분 자체는 수분을 뺏아들이는 특성이 있으나 생체로 유통되는 경우는 수분활성이 건조 상태와는 다르기 때문에 수분 손실이 경도에 영향을 미친 것으로 사료된다.

알곡 성숙 단계에서도 Kim et al.(2014)의 보고에서 알곡 경도가 변하면서 점탄성, 경도, 부착성 등 다양한 물성 변화가 일어나는데, 이는 수분 함량, 단백질과 전분, 당 등의 저장 물질의 변화 때문인 것으로 사료된다. 저장 전 수분함량과 저장 후 28일 0°C와 10°C는 각각 24%, 44%의 수분이 감소하였다. 수확 후 과도한 수분손실은 생리적 변성 등의 2차적 피해를 유발하거나 급격한 노화를 촉진시킨다고 알려져 있다(Robinson et al., 1975). 이것으로 보아 수확즉시 비닐 백 저장 등 저장 방법을 개선하여 수분유지를 시켜주면 물성변화 억제 등 품질유지에 효과적일 것으로 판단된다.

### 저장조건별 이삭성분 함량

찰옥수수 맛과 품질에 가장 중요한 부분을 차지하는 저장조건에 따른 성분(전분, 당, 조지방, 단백질) 중 전분함량은 저장기간이 길어지고 저장온도가 높아질수록 그리고, 알곡의 성숙이 진행될수록 계속 증가하여 품질에 절대적인 영향을 주었다. 찰옥수수 0°C와 10°C를 비교해보면, 저장 7일 50~55%였던 전분함량은 고온에 오랫동안 노출될수록 급격한 증가를 보여 저장 후 28일 10°C에서 가장 높은 70%를 나타내었다(Fig. 5). 이와 반대로 당함량은 저장기간에 따라 감소하는 것으로 나타났는데 이는 당류가 전분으로 변화되어 고형물이 증가된 것으로 보였다. 전분과 당함량의 증가나 감소를 억제하기 위해서는 수확 후 품온을 0~2°C까지 신속하게 낮춰주는 예냉처리가 필요하다고 판단된다. 옥수수 알곡에서 11.1%를 차지하는 단백질함량은 저장온도와 기간에 따라 계속 감소하였다. 단백질함량은 저장 0일 10% 내외였으나 저장 28일 후 4°C에서는 8~8.5% 까지 감소하였고, 10°C에서는 7.5%로 가장 낮게 나타났다 (Fig. 6). 조지방함량은 Fig. 7과 같이 저장기간 중 후반기 에 0°C와 4°C에서 일시적인 증가를 보였으나, 저장 21일이 지나면서 0°C, 4°C, 10°C 저장 온도 모두에서 각각 5%, 4.1%, 2.9%로 감소하였다. 옥수수 알곡의 성분은 등숙 과정에서 다양한 변화가 일어나며(Miyanishi *et al.*, 1991), 가공과정에서 성분 변화가 일어난다(Cho and Yun, 1989). 본 연구 결과 등숙기간에 비해 저장 과정에서는 차이가 거의 없었으나, 전분과 당 함량의 경우는 변화가 심하게 일어났으며 특히 맛과 관계된 당의 변화가 크게 발생하였다. 이러한 변화는 온도가 높아질수록 심한 경향을 나타내어 수분

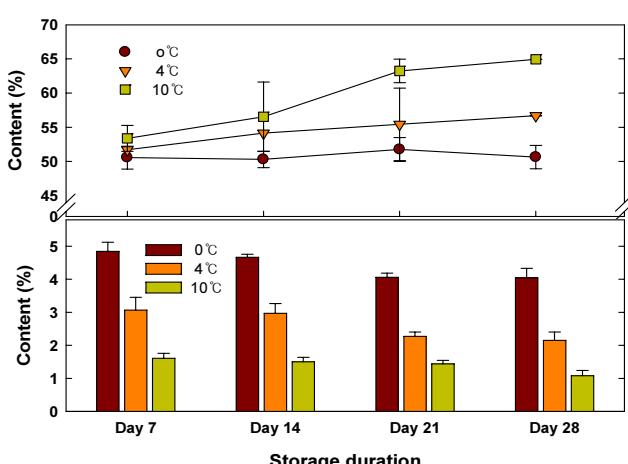


Fig. 5. Changes of total starch (upper) and total sugar content (lower) in kernel over time in ears stored at different temperatures.

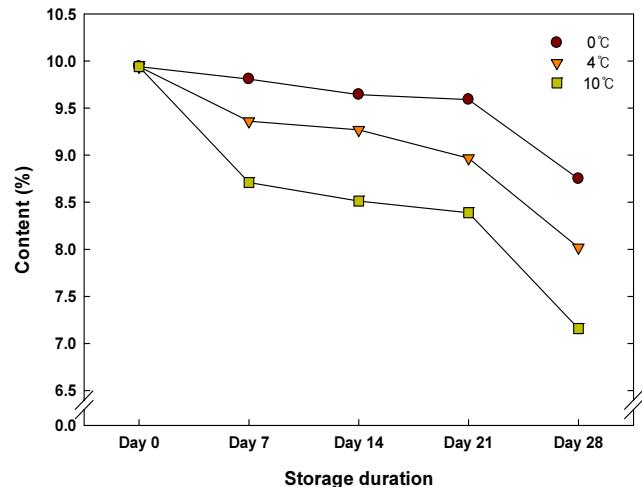


Fig. 6. Changes of total protein content in kernel over time in ears stored at different temperatures.

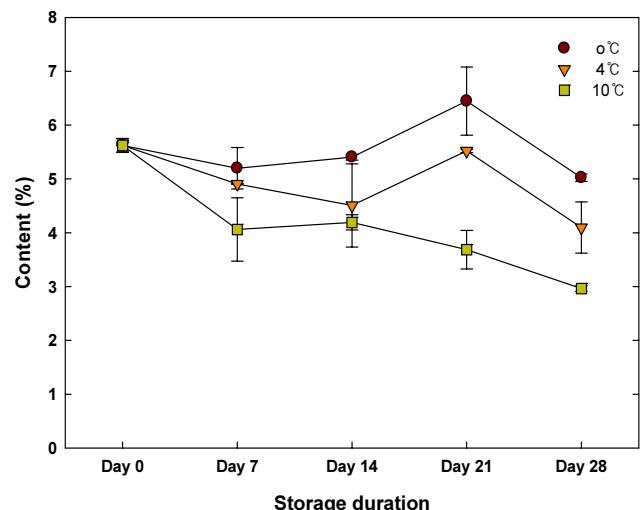


Fig. 7. Changes of crude lipid content in kernel over time in ears stored at different temperatures.

이 많은 상태로 유통되는 찰옥수수의 경우 온도와 습도를 포함하는 최적의 유통 및 저장조건 확립이 필요하다(Ahvenainen, 1996; Baek and Shin, 1995).

### 적 요

본 연구에서는 찰옥수수 재배 시 문제가 되는 수확 후 품질 변화를 명확히 구명하고자 찰옥수수 수확시기 및 저장 조건에 따른 이삭 특성의 변화를 검토하여 최적의 수확시기와 저장방법을 제시하고자 수행하였다.

- 암이삭은 출사 후 15일에서 25일 사이에 급격히 발달 하였으며 알곡 무게도 암이삭의 발달과 같은 경향이었다. 출사 후 10일에 암이삭과 알곡의 무게는 각각 78.3 g, 1.13 g이었으며, 출사 후 25일에 224.9 g과 3.61 g으로 크게 증가하였다. 반면 출사 후 30일부터 크게 줄어들어 각각 10.6%와 6.1% 감소하였다.
- 수확시기별 전분함량은 출사 후 25일에 73%를 나타냈고, 생육초기에 비해 약 10%의 증가를 보였다. 수확 시기를 결정짓는 중요한 요인 중에 경도와 당도 만을 고려하였을 경우에는 출사 후 25일이 수확적기로 판단되었다.
- 저장기간별 알곡 경도는 수확 직후  $726 \text{ g cm}^{-2}$ 에서 저장 28일에  $1894 \text{ g cm}^{-2}$ 로 증가하였다. 총당함량은 모든 저장 온도에서 감소하였으며, 감소폭은 온도에 따라 달랐으나  $3^{\circ}\text{C}$  및  $10^{\circ}\text{C}$ 보다  $0^{\circ}\text{C}$  저장에서 작았다.

## 사 사

본 연구는 환경부 환경산업선진화기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

## 인용문헌(REFERENCES)

- Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trend. Food Sci. Tech.* 7 : 179-186.
- Baek, M. H. and M. S. Shin. 1995. Effect of water activity on the physicochemical properties of sweet potato starch during storage. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27 : 532-356.
- Cha, S. W. S. I. Park, S. K. Jung, and S. U. Park. 1994. Comparison of duration and rate of grain filling among corn inbred lines and hybrids. *Korean J. Breed.* 26:426-434.
- Cha, S. W. S. I. Park, S. K. Jung, and S. U. Park. 1995. Relationships between grain filling characteristics and grain yield and yield components in maize. *Korean J. Breed.* 27:73-78.
- Cho, S. H. and Z. I. Yoon. 1989. Changes of corn proteins and lipid induced by thermal processing. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 18:287-299.
- Holm, J., I. Bjorck, A. Drews, and N. G. Lund. 1986. A rapid method for the analysis of starch. *Starch* 7 : 224-226.
- Jung, T. W., H. G. Moon, B. Y. Son, S. L. Kim, and S. K. Kim. 2006. SSR marker related major characteristics affected kernel quality in waxy corn inbred lines. *Korean J. Crop Sci.* 51(S):185-192.
- Jung, T. W., H. G. Moon, S. W. Cha, S. L. Kim, S. K. Kim, and B. Y. Son. 2001. Comparison of grain quality characteristics in waxy corn hybrid with a white and a black colored pericarp. *Korean J. Breed.* 33:40-44.
- Kettaisong, D., B. Suriharn, R. Tangwonchai, and K. Lertrat. 2013. Changes in physicochemical properties of waxy corn starches at different stages of harvesting. *Carbohydr. Polym.* 98:241-248.
- Kim, M. J., J. E. Lee, J. T. Kim, G. H. Jung, Y. Y. Lee, S. L. Kim, and Y. U. Kwon. 2014. Changes in ear and kernel characteristics of waxy corn during grain filling stage by double cropping. *Korean J. Crop Sci.* 59 : 73-82.
- Kramer, A. A. 1959. Rapid measurement of quality of sweet corn for processing. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 74 : 432-476.
- Miyanishi, T. T. Shinji, M Ogura and T Lio. 1991. Changes in chemical component in sweet corn (CV, Golden Earlipak) kernels during maturation (studies on taste and flavor of sweet corn. part I). *Nippon Shokuhin Kogyo Gokkaishi.* 38 : 758-764.
- Park, S. U., S. W. Cha, Y. H. Son, Y. K. Son. 1994. Changes of sugar content by different storage duration in sweet corn and super sweet corn. *Korean J. Crop Sci.* 39:79-84.
- Robinson, J. E., K. M. Browne, and W. G. Burton. 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Ann. Appl. Biol.* 81:399-408.
- Son, Y. G., S. Y. Kim, S. L. Kim, and J. J. Hwang. 1997. Effects of ice cooling storage on chemical components in vegetable corn. *Korean J. Crop Sci.* 42 : 95-103.
- Son, Y. K., J. R. Son, K. J. Kim, and S. L. Kim. 1999. Postharvest biotechnology of vegetable corn in Korea. *Kor. J. Int'l. Agri.* 11:391-402.
- Trevelyan, W. E., R. S. Forrest, and J. S. Harrison. 1952. Determination of yeast carbohydrates with the anthrone reagent. *Nature* 170 : 626-627.