

## Expanded Polystyrene Box로 포장한 후지 사과의 신선도

박형우, 박종대, 김동만, 최주섭\*  
한국식품개발연구원, 한국발포스티렌재활용협회\*

### Freshness Extension of 'Fuji' Apple Packed with Expanded Polystyrene Form Box

HyungWoo Park, JongDae Park, Dongman Kim and Joshep Choi\*  
Korea Food Research Institute, Korea Styrene Foam Recycling Association\*

#### Abstract

This study was measured weight loss, total ascorbic acid, titratable acidity, and soluble solids content to investigate the effect of EPS(expanded polystyrene foam) box, LDPE film pouches and double wall corrugated fiberboard box during storage at 20°C. Weight loss of apple packed with corrugated paperboard box after 40 days storage was 5.7%, and those of LDPE, CE film and EPS box were 0.2-0.5%. Ascorbic acid content of apple packed with LDPE, CE, EPS was higher than that of control. Titratable acidity and total soluble solid content of control were changed 40% and 10%, and the EPS were changed 27% and 4%, respectively. Overall appearances of 'Fuji' apple packed with LDPE, CE and EPS were better than that of control.

**Key Words:** EPS box, packaging, MA

#### 서론

1997년도에 과실은 2,207천톤이 생산되었으며, 이중 사과는 651천톤이 생산되었다<sup>(1)</sup>. 이는 전 과일류 생산량의 29.5%를 점하고 있다. 사과류는 8월경 부터 생산되어 11월 초까지 수확을 하여, 단기출하를 하거나 저장을 하여 익년 6월경까지 계속출하를 하고 있다. 그러나 저장중 품질저하로 인하여 감모가 발생, 많은 식품자원이 낭비 되고 있으며 감모율은 10-15%로 추산하고 있는 실정이며 이 감모율을 5-10%로만 낮추어도 연간 32.6천톤, 약 434억원의 자원절약 효과가 발생하게된다. 저장중 신선도를 유지하기 위한 기술인 MAP(modified

atmosphere packaging)이 많은 작물에 응용되고 있으며 사과의 품종별로는 후지, 국광, Cox's Orange Pippin, Spartan, Granny Smith, Golden Dilicious를 필름 등에 저장<sup>(2)</sup>하여 사과의 저장기간을 연장하였다. 또 Smock 등<sup>(3)</sup>은 CA(controlled atmosphere)저장을 하였고 장 등<sup>(4)</sup>은 사과의 저장에 미치는 칼슘제재 처리의 영향을 園田 등<sup>(5)</sup>은 왕겨 모래 톱밥, 신문지 등을 사용하여 이들간의 신선도유지에 관한 연구가 주류를 이루고 있으며 EPS(expanded polystyrene foam) 상자에 사과를 포장하여 신선도 유지효과를 시험, 보고한 것은 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 기존에 유통중인 골판지 상자와 LDPE필름과 EPS(expanded polystyrene foam)로 개발한 포장 상자로 사과를 포장하여 저장중의 신선도 변화를 비교 고찰하였다.

\*Corresponding Author; HyungWoo Park, Korea Food Research Institute San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-Ku, SongNam-Si Kyunggi-Do, 463-420 Korea

## 재료 및 방법

### 재료

사과는 부사(Fuji)를 가락동 시장에서 1997년 11월에 구입 시료로 사용하였다.

### 시험방법

#### 포장재

사과의 외포장은 대조구로 기존에 유통되고 있는 이중양면 골판지 상자를 사용하였고, 필름 포장용으로 0.02, 0.04 mm 두께의 LDPE와 기능성 MA 필름<sup>(6)</sup> 포장구(CE)를 사용하였다. 그리고 EPS(expanded polystyrene form : forming rate was 70 times V/V) 박스에 사과를 넣고 EPS 뚜껑을 덮고 기밀을 유지하기 위해 PP 접착테이프로 측면을 밀전 EPS 포장구라 명명하여 실험에 사용하였다.

#### 포장방법

가락시장에서 구입한 사과를 균일하고 외상이 없으며 외피색이 비슷한 것들만 수작업으로 선별하였다. 이를 각 포장 상자에 주의하면서 다시 넣어 15Kg 단위로 포장했다. 필름포장구는 내부의 가스가 새지 않도록 밀봉하였다. EPS 포장구는 박스에 사과를 넣고 EPS 뚜껑을 덮고 기밀을 유지하기 위해 PP 접착테이프로 측면을 밀전하여 20℃에 저장하였다.

#### 중량 변화율

중량 변화율은 포장 후 초기 값에 대한 중량에서 측정 시 중량을 뺀 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

#### 과육 경도

과육의 경도는 시료를 중심에서 약 1cm 정도 위치를 종단면으로 절단한 후 Rheometer(CR-200D, SUN과 학사, Japan.)를 사용하여 측정하였다.

#### Vitamin C 함량 측정

사과의 Vitamin C의 함량은 Hydrazine비색법(2, 6-Dichlorophenol indophenol method)으로 측정하였다. 즉, 시료 100 g을 취하여 Mixer(Osterizer,

Philips사, 미국)로 완전히 분쇄, 추출한다. 추출한 시료액을 0℃에서 15분간 8,000 rpm으로 원심분리(Beckman사, JA-14 rotor, 독일)한 후 여과한다(Toyo No.2). 여액을 100 ml 정용플라스크에 정용한 후 일정배수로 희석하여 비색법으로 비타민 C 함량을 측정한다.

#### 적정 산도 및 당도

적정 산도의 측정은 과육 50g을 Mixer(Osterizer, Philips사, 미국)로 마쇄, 여과한 후 일정량을 취해 0.1N NaOH로 pH 8.1까지 적정하여 소비된 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다. 계산식은 다음과 같다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{[0.1N \text{ NaOH 소비량}(\text{ml}) \times \text{산도계수}(0.0067) \times 100]}{\text{시료}(g)}$$

#### 가용성 고형물 측정

과육 100g을 마쇄하여 착즙한 후 과즙을 굴절당도계(Atago Co., Ltd. Japan)를 사용하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 사과의 중량변화

사과의 중량변화를 20℃에 저장하면서 조사한 결과는 Table 1과 같다. 저장 20일 후 대조구는 1.9%, 20LDPE 포장구는 0.2%, 40LDPE 포장구는 0.3%, 20CE 포장구는 0.4%, 40CE 포장구는 0.3%, EPS 포장구는 0.3%의 중량이 감소되었다. 또 저장 40일 후 대조구는 5.7%의 중량감소가 일어났으며 LDPE 필름의 경우 약 0.5%의 중량손실이 발생하였고 CE 필름의 경우도 0.5%의 손실이 나타났다. EPS포장구는 LDPE, CE필름 포장구와 중량감소가 비슷하였으나 대조구에 비해서는 5.2% 감소가 적게 일어났다. 이는 박<sup>(4)</sup>의 보고와 비슷한 경향을 나타냈으며, Scott 등<sup>(7)</sup>은 5℃에 저장한 조나단 사과의 중량감소가 저장 10주 후 1-2% 정도라고 보고했으며, 이 등<sup>(8)</sup>도 후지 사과를 0.03mm 두께의 LDPE 필름으로 3개씩 포장하여 8℃에 저장시 저장 12주 후 중량감소가 1.3% 정도에 달했다고 보고했는데 이는 저장온도차이라고 판단되었다. 박<sup>(9)</sup>도 국광을 프라스틱 코팅후 저장시 중량감소는 대조구에 비해 코

팅구가 현저히 적었다고 보고했으며 한 등<sup>(10)</sup>도 PE 포장구가 대조구 보다 중량감소가 적었다고 하는 보고와 일치하고 있다.

**Table 1. Changes in weight loss of packed 'Fuji' apple during storage at 20 °C**  
(unit : %)

Packaging Methods	Storage( day)		
	0 D <sup>1</sup>	20 D	40 D
CON <sup>2</sup>	100	98.1	94.3
20LDPE <sup>3</sup>	100	99.8	99.5
40LDPE <sup>4</sup>	100	99.7	99.6
20CE <sup>5</sup>	100	99.6	99.5
40CE <sup>6</sup>	100	99.7	99.6
EPS <sup>7</sup>	100	99.7	99.5

<sup>1</sup> 0D : Initial Day

<sup>2</sup> CON : Double Wall corrugated paperboard box

<sup>3</sup> 20LDPE : Thickness : 20 $\mu$ m , LDPE film pouch

<sup>4</sup> 40LDPE : Thickness : 40 $\mu$ m, LDPE film pouch

<sup>5</sup> 20CE : Thickness : 20 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>6</sup> 40CE : Thickness : 40 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>7</sup> EPS : Expanded polystyrene form box; forming rate was 50 times(V/V)

### 사과의 경도변화

사과의 경도변화를 20°C에 저장하면서 관찰한 결과는 Table 2와 같다. 저장 20일 후 대조구는 2.03 Kgf를 나타냈고, 20LDPE, 40LDPE 포장구는 각각 2.35와 2.37kgf의 경도를 보였으며 20CE, 40CE 필름 포장구의 경우 각각 2.33, 2.36 Kgf의 경도를 보였으며 EPS 포장구는 2.32Kgf를 나타냈다. 저장 40일 후 대조구는 1.89 Kgf를 나타냈고, 20LDPE, 40LDPE 포장구는 각각 2.11과 2.19kgf의 경도를 보였으며 20CE, 40CE 필름 포장구의 경우 각각 2.22, 2.16 Kgf의 경도를 보였으며 EPS포장구는 2.20Kgf를 나타냈다. EPS 포장구는 동일 두께의 LDPE, CE필름 포장구와는 비슷한 경향을 나타냈으나 1.89을 보인 대조구 보다는 경도가 더 높게 유지되고 있는 것으로 보아 과실의 연화가 대조구 보다는 느리게 진행됨을 알 수 있었다. 김 등(11)도 저장중 경도는 경시적으로 감소한다는 보고와 일치하고 있다.

**Table 2. Changes in firmness of packed 'Fuji' apple during storage at 20 °C**

(unit : Kgf)

Packaging Methods	Storage( day)		
	0 D <sup>1</sup>	20 D	40 D
CON <sup>2</sup>	2.43	2.03	1.89
20LDPE <sup>3</sup>	2.43	2.35	2.11
40LDPE <sup>4</sup>	2.43	2.37	2.19
20CE <sup>5</sup>	2.43	2.33	2.22
40CE <sup>6</sup>	2.43	2.36	2.16
EPS <sup>7</sup>	2.43	2.32	2.20

<sup>1</sup> 0D : Initial Day

<sup>2</sup> CON : Double Wall corrugated paperboard box

<sup>3</sup> 20LDPE : Thickness : 20 $\mu$ m , LDPE film pouch

<sup>4</sup> 40LDPE : Thickness : 40 $\mu$ m, LDPE film pouch

<sup>5</sup> 20CE : Thickness : 20 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>6</sup> 40CE : Thickness : 40 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>7</sup> EPS : Expanded polystyrene form box; forming rate was 50 times(V/V)

### 사과의 비타민C 함량변화

저장중 사과의 비타민C 변화를 조사한 것은 Table 3과 같다. 저장 20일 후의 비타민 C의 함량은 LDPE 포장구들은 2.98, 2.84mg/100g F.W였으며 CE 포장구들은 각각 2.92와 2.89mg/100g F.W를 나타냈으며 EPS 포장구는 2.87mg/100g F.W로 대조구, 2.47mg/100g F.W. 보다 더 높게 유지되고 있었고, 저장 40일 후의 비타민 C의 함량은 LDPE와 CE, EPS포장구들은 2.29-2.35mg/100g F.W로 대조구, 2.06mg/100g F.W. 보다 11-14% 더 비타민 C 함량이 높게 유지되고 있었다. 또 필름포장구들과 EPS 포장구간에는 비타민C 함량 차이가 거의 없었다. Bratlyeh도<sup>(16)</sup> 포장구가 대조구 보다 비타민C 함량이 높게 유지되고 있었다는 보고와 일치하며, Cano 등<sup>(13)</sup>은 골덴디리 셔스 사과를 상대습도 85%, 2 °C에 저장한 결과 5개월 후에 비타민C가 27% 감소하였다고 했는데 이는 품종간, 저장온도간의 차이에 의한 것이라고 사료된다. 김 등<sup>(14,15)</sup>은 축과 홍옥을 저장중 비타민C가 경시적으로 감소했다고 했으며, 감압저장이 대조구에 비해 비타민C 감소율이 현저히 낮았다고 보고하고 있다.

**Table 3. Changes in total ascorbic acid of packed 'Fuji' apple during storage at 20 °C**

(unit: mg/100g F.W.)

Packaging Methods	Storage( day)		
	0 D <sup>1</sup>	20 D	40 D
CON <sup>2</sup>	3.88	2.47	2.06
20LDPE <sup>3</sup>	3.88	2.98	2.34
40LDPE <sup>4</sup>	3.88	2.84	2.37
20CE <sup>5</sup>	3.88	2.92	2.33
40CE <sup>6</sup>	3.88	2.92	2.33
EPS <sup>7</sup>	3.88	2.87	2.31

<sup>1</sup> 0D : Initial Day

<sup>2</sup> CON : Double Wall corrugated paperboard box

<sup>3</sup> 20LDPE : Thickness : 20 $\mu$ m , LDPE film pouch

<sup>4</sup> 40LDPE : Thickness : 40 $\mu$ m, LDPE film pouch

<sup>5</sup> 20CE : Thickness : 20 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>6</sup> 40CE : Thickness : 40 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>7</sup> EPS : Expanded polystyrene form box; forming rate was 50 times(V/V)

### 사과의 산도변화

저장중 사과의 산도 변화를 조사한 것은 Table 4와 같다. 저장 20일 후 대조구는 0.38g malic acid/100g F.W. 로 다른 포장구에 비해 많이 감소한 반면, LDPE 포장구 들은 0.40, 0.42 g malic acid/100g F.W.를 나타냈으며, CE 포장구 들은 0.41, 0.43g malic acid/100g F.W.를, EPS 포장구는 0.42g malic acid/100g F.W.를 나타내고 있었으며, 저장 40일 후 대조구는 0.31g malic acid/100g F.W. 로 다른 포장구에 비해 많이 감소한 반면, LDPE 포장구 들은 0.35, 0.37g malic acid/100g F.W.를, CE 포장구 들은 0.39, 0.38g malic acid/100g F.W.를 나타냈고 EPS 포장구는 0.38g malic acid/100g F.W.를 나타내 포장구들이 대조구 보다 22% 산도가 높게 유지되고 있었으며, 두께가 두꺼운 포장재에서 산도 변화가 적게 일어났다. EPS 포장구는 LDPE 나 CE 포장구와 비슷한 경향을 나타냈다. Allen 등<sup>(15)</sup> 도 CA 조건에서 90일 저장후 사과의 산도가 0.32라고 보고한 것과 비슷한 경향을 나타내고 있었고, 서 등<sup>(16)</sup>도 골덴다리셔스를 저장시 모든 포장구에서 산도는 경시적으로 감소하였다는 보고와도 일치하고 있다.

**Table 4. Changes in titratable acid of packed 'Fuji' apple during storage at 20 °C**

(unit : g malic acid/100g F.W.)

Packaging Methods	Storage( day)		
	0 D <sup>1</sup>	20 D	40 D
CON <sup>2</sup>	0.52	0.38	0.31
20LDPE <sup>3</sup>	0.52	0.40	0.35
40LDPE <sup>4</sup>	0.52	0.42	0.37
20CE <sup>5</sup>	0.52	0.41	0.39
40CE <sup>6</sup>	0.52	0.43	0.38
EPS <sup>7</sup>	0.52	0.42	0.38

<sup>1</sup> 0D : Initial Day

<sup>2</sup> CON : Double Wall corrugated paperboard box

<sup>3</sup> 20LDPE : Thickness : 20 $\mu$ m , LDPE film pouch

<sup>4</sup> 40LDPE : Thickness : 40 $\mu$ m, LDPE film pouch

<sup>5</sup> 20CE : Thickness : 20 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>6</sup> 40CE : Thickness : 40 $\mu$ m, Functional MA film pouch

<sup>7</sup> EPS : Expandable polystyrene form box; forming rate was 50 times(V/V)

### 당도 변화

사과의 저장중 당도 변화를 조사한 것은 Table 5와 같다. 저장 20일 후 대조구는 14.2 oBrix F.W., LDPE 포장구 들은 13.8, 13.7 oBrix F.W.를 각기 나타냈으며, CE 포장구 들은 13.9, 13.8oBrix F.W.를 나타냈고 EPS 포장구는 13.8 oBrix F.W.를 나타냈다. 저장 40일 후 대조구는 14.8 oBrix F.W., LDPE 포장구 들은 14.1, 13.9 oBrix F.W.를 각기 나타냈으며, CE 포장구 들은 14.0, 14.2oBrix F.W.를 나타냈으며 EPS 포장구는 14.1 oBrix F.W.를 나타냈다. 대조구 보다 포장구 들에서 당도가 더 낮게 나타났는데 이는 포장으로 인해서 생리대사가 그만큼 억제 되었기 때문이라고 판단 되었다. 또 포장재들의 두께간 종류간에는 큰 차이가 나타나지 않았다. Shin 등<sup>(17)</sup> 도 후지 사과를 LLDPE 필름으로 포장하여 2-5 °C에 저장시 당은 크게 변하지 않았다고 보고했으며 Postol<sup>(18)</sup>은 조나단 사과를 LDPE에 포장하여 1 °C에 7개월간 저장후의 환원당은 거의 변하지 않았다고 보고한 것과도 일치하고 있다.

**Table 5. Changes in soluble solid content of packed 'Fuji' apple during storage at 20 °C**

(unit : oBrix F.W.)

Packaging Methods	Storage( day)		
	0 D <sup>1</sup>	20 D	40 D
CON <sup>2</sup>	13.5	14.2	14.8
20LDPE <sup>3</sup>	13.5	13.8	14.1
40LDPE <sup>4</sup>	13.5	13.7	13.9
20CE <sup>5</sup>	13.5	13.7	14.0
40CE <sup>6</sup>	13.5	13.8	14.2
EPS <sup>7</sup>	13.5	13.8	14.1

<sup>1</sup> 0D : Initial Day<sup>2</sup> CON : Double Wall corrugated paperboard box<sup>3</sup> 20LDPE : Thickness : 20 $\mu$ m , LDPE film pouch<sup>4</sup> 40LDPE : Thickness : 40 $\mu$ m, LDPE film pouch<sup>5</sup> 20CE : Thickness : 20 $\mu$ m, Functional MA film pouch<sup>6</sup> 40CE : Thickness : 40 $\mu$ m, Functional MA film pouch<sup>7</sup> EPS : Expandable polystyrene form box; forming rate was 50 times(V/V)**Table 6. Changes in overall appearance of packed 'Fuji' apples during storage at 20 °C**

Packaging Methods	Storage( day)		
	0 D <sup>1</sup>	20 D	40 D
CON <sup>2</sup>	9.0	6.0	3.1
20LDPE <sup>3</sup>	9.0	7.5	5.3
40LDPE <sup>4</sup>	9.0	7.6	5.0
20CE <sup>5</sup>	9.0	7.9	6.2
40CE <sup>6</sup>	9.0	7.8	6.7
EPS <sup>7</sup>	9.0	7.4	5.2

<sup>1</sup> 0D : Initial Day<sup>2</sup> CON : Double Wall corrugated paperboard box<sup>3</sup> 20LDPE : Thickness : 20 $\mu$ m , LDPE film pouch<sup>4</sup> 40LDPE : Thickness : 40 $\mu$ m, LDPE film pouch<sup>5</sup> 20CE : Thickness : 20 $\mu$ m, Functional MA film pouch<sup>6</sup> 40CE : Thickness : 40 $\mu$ m, Functional MA film pouch<sup>7</sup> EPS : Expandable polystyrene form box; forming rate was 50 times(V/V)<sup>9</sup> Score; 9; very good, 7; good, 5; fair(still marketable), 3; poor(not marketable) 1; very poor

### 사과의 부패와 외관조사

20°C에 저장한 사과의 부패 및 외관을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 저장 10일 후 대조구는 6.0이었으나 포장구들은 7.5에서 7.8정도로 대조구에 비해 높게 나타났다. 저장 40일 후 대조구는 상품성이 없는 3.1점이었으나 포장구들은 5.0에서 6.7점 까지 나타내고 있어 아직도 상품성이 있는 것으로 나타났다. 또 LDPE, CE 및 EPS 포장구에서는 부패과가 발생되지 않았으며 각 포장구별 외관상의 차이도 나타나지 않았으나 대조구는 상자당 3-5개 썩의 부패과가 발생되고 있었다. 박<sup>(19)</sup>은 사과를 상온 저장한 결과 대조구는 12일부터 상품성을 잃기 시작했으나 coating구는 48일 까지 선도가 유지되었다고 보고했고 박 등<sup>(20)</sup>도 피막제 처리가 사과의 선도 유지에 더 유리함을 보고한 결과 보다 더 품질이 우수하게 유지되고 있었다. 이상의 결과에서 개발한 EPS 포장구는 동일 두께의 LDPE나 CE 포장구와 신선도 유지 상태가 비슷하게 나타났으며, 대조구 보다는 품질이 더 우수하게 유지되고 있었다.

### 요약

개발한 EPS 포장상자가 사과의 신선도 유지효과 기능이 있는지의 여부를 조사코자 사과를 포장하여 20 °C에 저장하면서 골판지상자와 0.02와 0.04mm 두께의 LDPE필름, 기능성 MA필름과 50배로 발포시킨 EPS 상자에 사과를 15kg씩 포장하여 포장재간의 신선도 유지효과를 비교하였다. 저장 40일 후 중량감소는 대조구는 5.7%, EPS 상자는 0.5%의 중량감소가 나타났고, 비타민C도 2.06과 2.31 mg%로 EPS 포장구가 높게 유지 되고 있었다. 당도와 산도는 포장구간에 큰 차이가 없었으며 부패의 경우 대조구는 상자당 3-5개과가 발생했으나 EPS포장구는 발생하지 않았으며 외관도 양호한 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. 농림부: 농림수산 통계연보(1997)
2. Kader, A.A. : Zagory, D. and Kerbel, E.L.: Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables, Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 28, 1-5(1989)
3. Smock, R.M. : Controlled atmosphere storage of fruits, Horticultural reviews, 1, AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, U.S.A(1970)
4. Chang, K.H., Byun, J.K. : Storage differences of apple cultivars caused by various postharvest calcium infiltration methods. J. Kor. Soc. Hort. Sci., 32, 335-339(1997)
5. 園田宗介, 鈴木改吉, 最上克己 : 과실의 저장과 포장지의 시험, 조선총독부 농사 시험장보, 5(5), 275-288(1932)
6. 박 형우 : 과실, 채소류의 Modified Atmosphere 포장재 개발에 관한 연구, 고려 대학교 1994년도 박사학위논문(1994)
7. Scott, K.J., Roberts, E.A. : The important of the weight loss in reducing breakdown of Jonathan apple, Austral. J. Expt. Agri. Ani. Husr., 8, 377(1968)
8. 이재창, 권오원 : 피막제 Prolong 처리가 사과 홍옥, 후지의 저장력 및 에틸렌 발 생에 미치는 영향, 한국원예학회지, 31(3), 247-254 (1990)
9. 박노풍 : Plastic Coating 에 의한 사과의 저장연구, 한국농화학학회지, 13(2), 131-151(1970)
10. 한성금, 김규식, 최경환, 윤인화 : 흑벽돌 구조 지상 저장고에 의한 생체과채류 의 저장시험, 농진청 농공이용연구소 시험보고, 137-166 (1965)
11. 김규식, 서기봉, 민병용, 정경근, 최홍식 : Polyethylene film 포장에 사과의 저장성에 미치는 영향, 농진청 농공이용연구소 시험보고, 435-452(1967)
12. Bratly, C.O. : Loss of ascorbic acid from tangerines during storage on the market, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 37, 526(1939)
13. Cano, M.P., De La Plaza, J.L., and Delgado, M.L. : Effects of sevral post-harvest fungicide treatments on the quality and ripeness of cold-stored apple, J. Agri. Food Chem., 37, 33-39(1989)
14. 김광수, 박용태, 홍순영, 손태화 : 과실의 감압저장법에 관한 연구(1), 한국농화 학회지, 11, 67-76(1969)
15. 김광수, 이광갑, 홍순영, 손태화 : 과실의 감압저장법에 관한 연구(1), 한국농화 학회지, 11, 77-82(1969)
16. Allen, F.W., McKinnon, L.R. : Storage of Yellow Newton apples in chambers supplied with artificial atmosphere, Amer. Soc. Hort. Sci., 32, 146-151(1985)
17. 서기봉, 이성종, 윤인화 : 사과 골덴디리셔스의 저장방법에 관한 연구, 농진청 농공이용연구소 시험보고, 781-790(1968)
18. Shin, K.C., Moo, J.Y., Choi, J. S., and Kim, S.B. : Effects of CaCl<sub>2</sub> treatment on Magumi apples, Horticulture Agriculture, 25, 76-79 (1983)
19. Postol, A.Ya. : Effects of packaging material on change in sugar and organic acid contents of fruits and their storage characteristics, Tovarovedenie, 9, 32-36 (1976)
20. 박노풍 : Plastic Coating 에 의한 청과물 저장연구; 국광 저장에 대하여, 한국 농화학학회지, 12, 89-97(1969)
21. 박노풍, 최언호, 이옥희 : 사과의 저장에 관한 연구(2); 사과저장에 미치는 피막 제와 지베레린의 효과, 한국원예학회지, 7, 15-18(1970)