

## CA 저장을 위한 사과 of 최적 수확시기 결정

정현식·정신교·손태화·최종욱

경북대학교 식품공학과

### Determination on the Optimal Harvest Date of Apples for CA Storage

Hun-Sik Chung, Shin-Kyo Chung, Tae-Hwa Sohn, Jong-Uck Choi

*Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University*

#### Abstract

This study was carried out for the establishment of optimal harvest date and storage condition of 'Fuji' apple for CA storage. Apples were picked at 10 day intervals from 17 Sept. to 27 Oct.. Apples were analyzed for respiration rate, weight, flesh firmness, titratable acidity, soluble solid, total sugar, reducing sugar, surface color and thiault value. In 1990, the optimal harvest season could be judged between 17 Oct. and 27 Oct. from the results of respiration rate rise and change of quality properties. Apples harvested on 27 Oct. were stored at 2°C and 90~95% RH in 1%O<sub>2</sub> + 3%CO<sub>2</sub>, 3%O<sub>2</sub> + 3%CO<sub>2</sub> and air for 9 months. After 9 months of storage, apples kept in CA storages had better quality than apples kept in refrigeration storage. Especially, apples kept in 1%O<sub>2</sub> + 3%CO<sub>2</sub> were firmer and more acid than those kept in 3%O<sub>2</sub> + 3%CO<sub>2</sub>. At the sensory evaluations, apples stored in CA were rated higher quality than apples stored refrigeration.

Key words : Controlled Atmosphere, Fuji apple, harvest date, flesh firmness, thiault value

#### 서 론

1989년도 국내의 사과 생산량은 676,000 M/T으로, 그 중 후지 품종이 약 70%를 차지한다. 국내에서는 생산량의 95% 정도가 생과로서 소비되며 수출량은 아주 극소하지만 후지는 맛과 향기가 일본산 보다 우수하여 UR 경쟁 농산물로 주목되고 있다.<sup>1,2)</sup>

한편 사과의 유통 구조는 대개 수확 후 2개월까지 약 30% 정도가 판매되며 잔여분이 농가, 저장회사 등에 의해 이듬해 4~5월까지 저장, 판매되나 저장방법 및 관리기술에 따라 품질의 열화가 심한 실정이다. 따라서 저장 중의 손실 및 품질열화를 방지하고 저장수명을 현재의 저온저장법 보다 3~4개월 연장함으로써 연중 소비자의 고품질 선호경향에 부응할 수 있는 새로운 저장기술로서 현재 구미각국, 일본 등지에서는 저장고내의 환경기체(O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)를 적절히 조절하여 과실의 호흡을 가능한 억제 시킴으로 장기간 품질

및 신선도를 유지할 수 있는 환경기체조성조절저장기술(Controlled Atmosphere Storage Technology)이 사과를 주로 하여 일부과실 및 채소의 저장에 실용화되어 있다.<sup>3,4,5,6,7,8)</sup>

특히 사과의 경우 저장고내의 환경기체에 대한 내성과 감응성이 품종, 생산지, 수확시기, 재배조건, 기후, 등의 요인에 따라 변이가 심하여 적합한 환경기체 조성조건이 상이하다. 사과는 climactic형의 과실로서 그 수확시기가 저장성에 큰 영향을 미치며 Wilkinson<sup>9)</sup> 등은 수확시기와 저장장해의 관계에서 속도의 표시에 호흡 climactic 단계의 이용을 제시하였다. 즉 호흡량이 최대가 되는 climactic maxium 단계에서 수확한 사과는 색도, 향기 등의 상품성은 좋으나 저장과정에서 자가소화가 진전되어 유기산과 수분이 감소하고 조직이 연화되어 저장성을 상실하며 대개 저장 5~6개월 후 생리적인 장해현상이 유발되며, 조기수확의 경우는 저장중 수분의 지나친 감소로 위조현상이 일

어나며 과피색이 지나치게 녹색이기 때문에 상품성이 적어 대개 장기저장에 적합한 수확시기는 호흡량이 완만하게 증가하는 climactic 전기 단계로 보고되고 있다. 또한 Kato<sup>10)</sup> 등은 사과과실의 성숙지표로서 과실 내부의 에틸렌 농도를 이용할 수 있으나 과실의 품질이 동시에 고려되어야 한다고 보고하였다.

후지 품종은 수확시기가 비교적 늦은 만생종으로 성숙에 따른 호흡량 의 변화폭이 타 품종에 비해 상당히 적으므로 장기저장을 위한 최적수확시기를 결정하는데는 수확시기를 전후한 과실의 호흡량과 식미, 과육경도 등의 변화가 동시에 고려되어야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 국내산 후지 사과의 CA 저장을 위한 최적의 수확시기 및 저장조건을 확립하기 위하여 수확시기의 전후와 CA 저장에 따른 사과의 품질특성 변화를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료

경북 영천군 청동면 소재 하산농원에서 15년생 과수의 후지 사과를 1990년 9월 17일 부터 약10월 간격으로 10월 27일 까지 채취하여 각 시기별로 성숙에 따른 품질특성의 변화를 조사 하였으며, 10월 27일에 수확한 사과를 저장실험의 재료로 사용하였다.

#### 실험조건

저장 실험조건은 Table 1과 같이 구분하여 1991년 7월 22일 까지 약 9개월 동안 저장을 실시 하였으며, 저장기간 동안 일정한 기체 조성비를 유지하기 위해 하루에 두번씩 저장용 Cabinet와 직접 연결되어 있는 Paramagnetic O<sub>2</sub> Analyzer (Fruit Control Co., Italy, Model 655)와 Infrared CO<sub>2</sub> Analyzer (Model SS305)를 사용하여 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>의 농도를 측정하여 일정 수준에서 ±0.3% 범위 내에서 N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 및 O<sub>2</sub> 가스를 이용하여 조절하였다. 저장 온도와 습도는 각각 2±0.5°C, 90~95 %로 조절하였다.

Table 1. Classifications of storage condition

Storage temperature (°C)	Storage atmospheres	
	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)
2	21	0
	1	3
	3	3

#### 실험용 저장고

저장고는 Fig. 1과 같은 저장용 Cabinet (Fruit Control Co., Italy, 70×60×80cm<sup>3</sup>)를 사용하였으며, 이 저장고는 내부공기를 순환 시키기 위한 Fan과 저장고 내부의 압력 변화에 대한 가변성을 가지게 하는 Breathe bag 및 습도조절 역할과 병행하는 물탱크와 일정량의 가스를 주입하기 위한 Flowmeter, 저장고 내부의 압력과 온도를 측정 할 수 있는 Manometer, 온도센스 등으로 구성되어 있다.

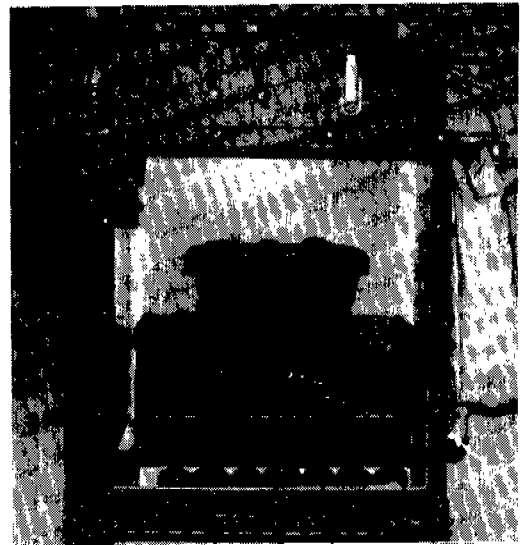


Fig. 1. Photograph of storage cabinet.

#### 호흡량

호흡량은 Okubo<sup>11)</sup> 등의 방법에 준하여 과실의 CO<sub>2</sub> 발생량을 측정하였다. 즉 일정량의 사과와 25% KOH 용액을 밀폐된 용기속에 넣고 일정시간 방치후 KOH 용액에 25% BaCl<sub>2</sub> 용액을 가하고 정용, 방치한 후 상등액을 취하여 0.2N HCl로 적정하여 CO<sub>2</sub> 발생량으로 환산하였다.

중량 및 중량감소율

중량은 Top Loading Balance를 사용하여 측정 하였으며, 중량 감소율은 저장초기의 과실의 중량에서 조사시 중량을 빼감을 초기중량에 대한 총감소중량의 백분률로 나타내었다.

과육경도

과육경도는 과실적도 부위의 세지점을 과피 제거후 Effegi fruit pressure tester (11 mm probe)를 사용하여 측정하였다.

적정산도

적정산도는 과피를 제거한 과육부 100g을 마쇄, 여과한 후 0.1N NaOH로 적정하여 Malic acid로 환산하여 나타내었다.

가용성 고형물

가용성 고형물은 과실을 착즙한 후 과즙을 Abbe refractometer (Bellingham Stanley Co., U.K., Model 60 /70)를 사용하여 측정하였다.

Thiault value

Thiault value의 계산은 아래와 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{Thiault value} = \{ \text{Soluble solid}(\%) + [\text{Titrateable acidity}(\%) \times 10] \} \times 10.$$

전당 및 환원당

Nelson-Somogyi법<sup>12)</sup>에 준하여 측정하였다.

과피색

과피의 색중 가장 푸른 지점과 붉은 지점을 설정한 후 Chromameter(Minolta Co., Japan, Model CR-200)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다.

관능검사

관능검사는 경북대학교 식품공학과 학생으로 남녀 각각 4명씩 8명을 관능검사 요원으로 선발하여 사과의 Hardness, Acidity, Sweetness, Juiceness 및 Overall acceptability를 9점 채점법을 사용하여 실시하였으며 통계처리는 SPSS/PC<sup>+</sup> Package를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 후지 사과의 성숙중의 품질특성 및 수확시기의 결정

후지 사과의 CA저장에 최적인 수확시기를 결정하기 위하여 1990년 9월 17일 부터 10월 27일 까지 약 10일 간격으로 각 성숙시기별 품질특성을 조사하여 그 결과중 호흡량, 중량, 과육경도 및 thiault value는 Fig.2에 나타내었으며 적정산도, 가용성고형물, 전당 및 환원당은 table 2에 그리고 과피색은 table 3에 각각 나타내었다.

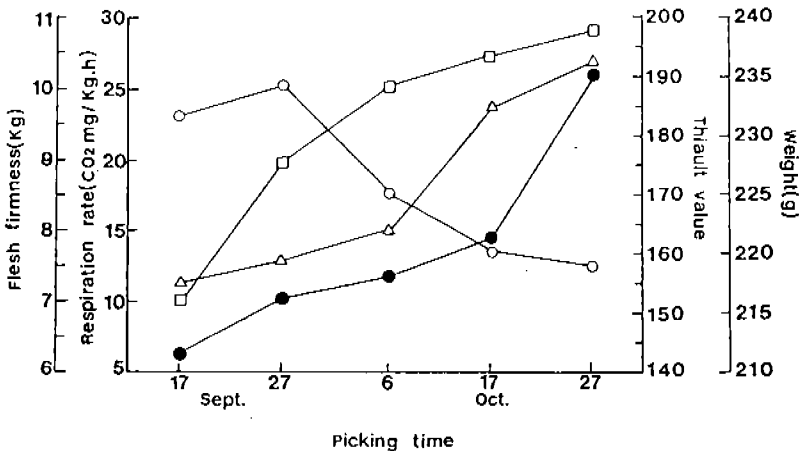


Fig. 2. Changes in respiration rate, weight, flesh firmness and thiault value of 'Fuji' apples during maturation period

●—● : Respiration rate, ○—○ : Flesh firmness  
 △—△ : Thiault value, □—□ : Weight

호흡량의 변화는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 9월 17일 부터 10월 17일 까지 6.20 mg/Kg.hr에서 12.94 mg/Kg.hr으로 과실이 성숙함에 따라 약간씩 증가하여서 10월 27일에는 26.76 mg/Kg.hr으로 급격하게 증가하여서 이 지점이 사과과실의 성숙중 나타나는 호흡의 climacteric 상승이 시작되는 시기라고 생각되었다. 과실의 중량은 9월 17일 부터 10월 6일까지는 성숙이 진행됨에 따라 큰폭으로 증가하였으나 그 이후부터 10월 27일까지는 완만하게 증가하였다. 과육경도는 9월 27일까지는 거의 변화를 나타내지 않았으나 그 이후부터는 계속 감소하는 경향을 나타내었다. 유럽 등지에서 과실의 수확시기 결정 및 품질을 평가하는데 실용적으로 많이 사용되고있는 Thiault value는<sup>19)</sup> 10월 27일에 192로 나타났으며, 앞으로 국내에서도 이와 같은 객관적인 품질평가의 지표를 수립하는데 많은

연구가 필요하다고 생각된다.

사과 과실의 적정산도의 변화는 table 2에 나타난 바와 같이 성숙함에 따라 감소하는 경향이었다. 가용성 고형물의 함량 변화는 table 2에 나타내었다. 9월 17일부터 10월 6일까지는 10일 간격으로 약1%씩 증가하였으나 10월 17일에는 2% 증가하였다. 전당 및 환원당도 과실이 성숙함에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 나타냈으며 10월 17일에 많은 증가를 한 높은 함량을 나타내었다.

성숙중 과피색의 변화는 Table 3에 나타낸 바와 같이 과피의 명도를 표시하는 L값은 과실이 성숙됨에 따라 약간씩 감소하였고, chlorophyll의 함량과 관계가 있는 a값은 과피에 붉은색의 발현으로 급격히 증가하였으며 그리고 b값은 뚜렷한 변화는 없었으나 약간 증가하는 경향이었다.

Table 2. Changes in soluble solid, titratable acidity, total sugar and reducing sugar of 'Fuji' apples during maturation period

Items	Picking times				
	17 Sept.	27 Sept.	6 Oct.	17 Oct.	27 Oct.
Titratable acidity (%)	0.53	0.47	0.40	0.44	0.39
Soluble solid (%)	10.2	11.2	12.3	14.3	15.3
Total sugar (%)	10.09	11.68	10.73	14.09	14.94
Reducing sugar (%)	5.44	9.38	8.60	12.34	11.85

Table 3. Changes in surface color of 'Fuji' apples during maturation period

Surface color		Picking times				
		17 Sept.	27 Sept.	6 Oct.	17 Oct.	27 Oct.
Red part	L	57.34	56.15	56.26	53.54	53.20
	a	3.64	7.42	12.91	21.91	35.61
	b	27.04	26.20	19.32	21.68	25.54
Green part	L	71.61	70.78	70.07	65.42	63.83
	a	-16.64	-13.25	-9.59	-0.43	0.42
	b	30.33	36.80	35.89	32.01	35.61

과실은 숙도의 진행에 따른 호흡량의 변화 형태에 따라 climacteric형과 nonclimacteric형으로 나눌수 있는데, 사과는 호흡량의 상승이 나타나는 서양배, 양

다래 등과 같이 climacteric형의 과실로 분류되고 있다.<sup>16)</sup> 이러한 climacteric형의 과실은 호흡량이 최고점에 도달하게 되면 그 시점부터 노화가 일어나기

시작하면서 품질저하가 급속히 진행된다. 그러나 바나나 등의 일부과실은 수확후에 식미를 상승시키기 위하여 추숙처리를 행하지만 사과의 경우는 수확후 품질저하가 일어나므로 신속히 추숙작용을 억제시키기 위한 방법을 사용하여야 한다. 억제방법의 효과는 사과의 속도에 따라 큰 차이를 나타낸다. 수확 직후 판매 및 단기 저장용 사과는 완숙내지 완숙직전이 수확적기가 되므로 외관, 식미 등과 같은 간단한 방법을 사용하여 쉽게 판정할 수 있다. 그러나 중·장기저장인 CA저장용의 경우에는 적기에 수확하여 저장하지 않으면 품질의 손실이 많이 발생하게 된다. 따라서 CA저장을 위한 사과의 수확적기의 판정은 저장중 품질유지의 측면에 있어서 대단히 중요하다고 생각된다. 호흡량의 변화를 이용하여 수확시기를 결정 할 경우는 호흡량의 급격한 상승현상이 나타나는 시점보다 약간 앞에서 수확하는 것이 최적이라고 한다. 따라서 본 실험에서는 과실의 성숙중 호흡량의 급격한 상승현상이 나타나기 시작하는 시기와 과육경도 등과 같은 품질특성들의 변화가 거의 생기지 않는 시기를 종합하여 고려해 볼 때 10월 17일 부터 10월 27일 사이의 시점이 최적의 수확기라고 판정되었다. 따라서 10월 27일에 수확한 사과를 저장용 시료로 사용하였다.

## 2. 환경기체조성이 후지사과의 저장품질에 미치는 영향

후지사과를 저장온도 2°C에서 저장하면서 환경기체조성비에 따른 호흡량의 변화를 구명하기 위하여 대조구(21%O<sub>2</sub>+0%CO<sub>2</sub>)와 CA구(1%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>, 3%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>)로 구분하여 조사한 결과는 Table 4에 나타내었다. 저장초기에는 상당히 높은 탄산가스를 생성하였으나 저온과 CA조건 하에 순응하면서 탄산가스 생성이 억제되었다. 즉 저장초기에 약 20mg/kg.hr의 탄산가스를 발생하였으나 저장기간이 진행됨에 따라 호흡의 억제현상이 나타났으나 저장 6개월후 대조구는 12.9mg/kg.hr로 CA저장구 8~9mg/Kg.hr보다는 높은 탄산가스를 생성하였고 이러한 현상은 9개월후 현저하게 나타났다.

저장중 과실의 가용성 고형물의 변화는 Table 4와 같으며, 저장조건에 따른 뚜렷한 함량의 차이를 나타내지 않았다. 반면에 대조구에서 저장한 과실이 비교적 높은 함량을 나타낸 것은 과다한 수분 손실로 인한 농축현상 때문이라 생각된다.

저장중 과실의 과피색중 가장 푸른 지점의 색 변화는 Table 4와 같으며, 저장조건중 산소의 농도가 영향을 나타냈다. 즉 1%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>에서의 저장이 3%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>에서의 저장 보다 과피색의 변화를 억제하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 저장동안 저농도의 산소는 Chlorophyll 분해대사를 억제하기 때문이라고 한다.<sup>15)</sup>

Table 4. Changes in respiration rate, soluble solid and surface color of 'Fuji' apples during storage

Items	Storage periods (month)	Storage atmospheres O <sub>2</sub> +CO <sub>2</sub> (%)		
		21 + 0	1 + 3	3 + 3
Respiration rate (CO <sub>2</sub> mg/Kg/hr)	0	22.3	18.7	21.4
	6	12.9	9.1	8.7
	9	15.3	9.8	10.8
Soluble solid (%)	0	15.3	15.3	15.3
	6	14.9	14.4	14.3
	9	14.1	14.1	13.3
Surface color a value	0	-3.57	-3.52	-3.50
		38.96	38.97	38.94
	9	-1.20	-3.06	-2.74
b value		43.96	42.13	43.38

저장중 사과의 중량감소는 위조현상으로 인한 외관이 나빠지는 것과 조직감의 저하 등에 영향을 미치는 품질저하의 주된 원인중의 하나이다.<sup>16)</sup> 일반적으로 과채류의 저장중 중량감소율은 저장방법의 저장효과를 판단하는 지표로서 저장기간 동안에 그 감소율이 5% 선을 넘지 않아야 되는 것으로 지적되고 있다.<sup>17)</sup>

저장중 중량감소율은 Fig. 3과 같이 저장초기는 대조구와 CA구간에 차이가 적었고 저장 3개월 이후부터 대조구에서 중량감소가 현저히 나타나서 저장 9개월 후에는 8.54%로 높은 중량감소율을 나타냈다. 한편 CA구는 6개월 저장후에도 1.5~2%의 낮은 감소율을 나타냈고 9개월 후는 2.1~2.4%의 중량감소율을 나타냈다.

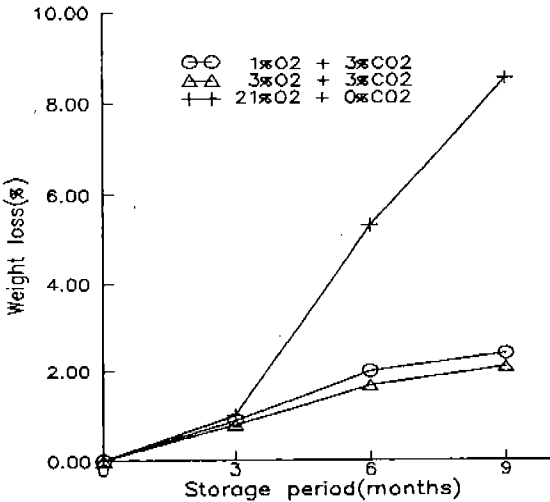


Fig. 3. Changes in weight loss of 'Fuji' apples during storage.

과육의 경도 변화는 Fig. 4와 같이 저장 3개월까지는 현저한 변화가 없었으나 3개월 후 부터는 저장기간이 경과됨에 따라 연화속도가 저장조건에 따라 많은 차이를 나타냈다. 대조구는 6개월 저장시 6.03kg으로 경도가 급격히 낮아져 상품적 가치가 하락 하였으나 CA저장구는 9개월 후에도 양호한 경도를 유지했다. 이는 CA저장에서 산소농도가 낮아지고 탄산가스농도가 높아지면 사과<sup>18,20)</sup> 양다래<sup>21)</sup> 등 과채류의 조직연화를 억제하여 품질유지에 기여한다는 보고와 같이 본 실험에서도 산소의 농도가 3%보다 1%에서 높은 경도를 유지시킴을 알 수 있다.

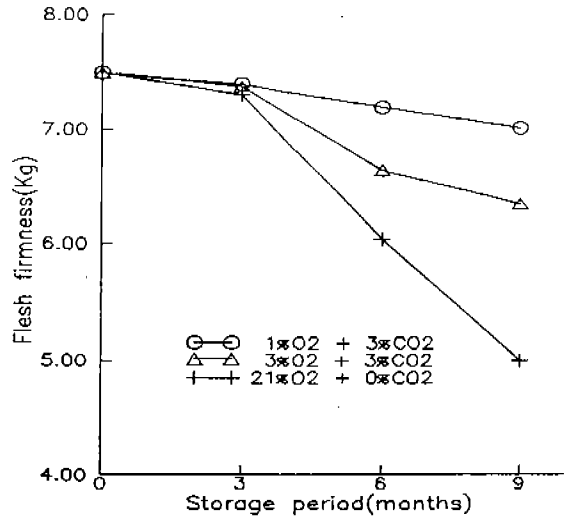


Fig. 4. Changes in flesh firmness of 'Fuji' apples during storage

저장기간중 적정산도의 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 대조구는 저장중 적도산도가 급격히 감소되어 저장 6개월 후 0.14%로 낮게 나타났으나 CA구인 3% O<sub>2</sub> + 3% CO<sub>2</sub> 저장구는 9개월 후 0.27%, 1% O<sub>2</sub> + 3% CO<sub>2</sub> 저장구는 0.32%를 나타냈다. 특히 1%의 산소농도에서의 저장이 3%에서의 저장보다 높은 감산억제효과를 나타냈다.<sup>22,23)</sup>

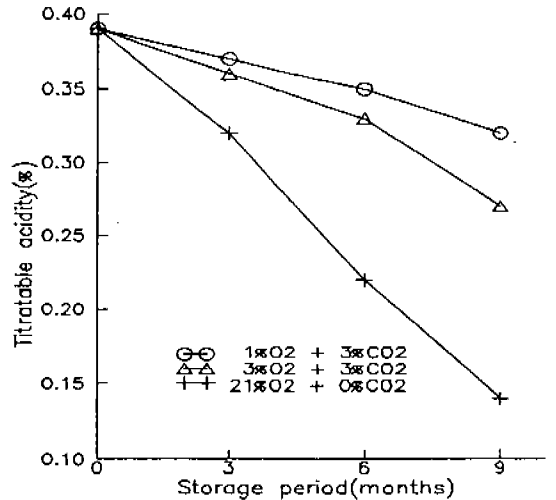


Fig. 5. Changes in titratable acidity of 'Fuji' apples during storage

저장 9개월후 사과의 Hardness, Acidity, Sweetness, Juiciness 및 Overall acceptability에 대해서 실시한 관

능검사와 이들 결과들을 저장구별 유의성 검정을 한 결과를 Table 8에 나타내었다. 모든 평가 항목에서 CA저장구가 저온저장구보다 월등히 좋게 평가되었으

나 CA저장구간에는 통계적 유의차가 거의 없었다. 전체적인 기호도에서는 1%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>저장구가 가장 우수하게 평가되었다.

Table 5. Sensory evaluation of 'Fuji' apples after storage for 9 months

Storage atmospheres		Sensory characteristics				
O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	Hardness	Juiciness	Acidity	Sweetness	Overall.
21	0	# 6.13 <sup>bc</sup>	6.25 <sup>c</sup>	6.63 <sup>b</sup>	4.25 <sup>abc</sup>	7.13 <sup>d</sup>
1	3	2.75 <sup>a</sup>	2.25 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	2.76 <sup>a</sup>
3	3	2.63 <sup>a</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.88 <sup>ab</sup>	4.13 <sup>ab</sup>

# : Each value represents the mean of the ratings by 8 judges using a 9-point scale(1=extremely like, 9=extremely dislike).

\* : Means in a column followed by the same letter are not significantly different(P0.01≤0.01) by Duncan's multiple range test.

## 요 약

국내산 후지 사과의 CA저장을 위한 최적 수확시기와 저장조건을 확립하기 위하여 사과를 1990년 9월 17일 부터 약 10일 간격으로 10월 27일까지 수확하여 호흡량, 중량, 과육경도, 적정산도, 가용성고형물, 전당, 환원당, 과피색 및 thiault값 등의 품질특성의 변화를 조사하고, 10월 27일에 수확한 사과를 저장온도 2℃, 상대습도는 90~95%, 기체조성비는 산소농도 1%, 3%에 탄산가스농도 3%로 구분하여 약 9개월 동안 저장 실험을 실시하였다.

1990년도, 후지 사과의 CA저장용 수확적기는 과실의 성숙중 호흡량의 상승시기, 품질특성의 변화 등의 결과에 의하면 10월 17일 이후부터 10월 27일 사이의 시점으로 판정되었다.

환경기체조성의 후지사과의 저장품질에 미치는 영향은 저온저장한 사과보다 CA저장한 사과가 9개월 저장후에 월등히 우수한 품질을 유지했으며 CA저장구 간에는 1%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>에서의 저장이 3%O<sub>2</sub>+3%CO<sub>2</sub>에서의 저장보다 과육경도, 적정산도 및 과피색의 변화에 더 우수한 억제효과를 나타냈다.

## 감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 지방대학 육성 연구 과제 연구비지원으로 수행된 연구결과로 이에 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

1. 농림수산부 (1990) 89년산 작물통계.
2. 농수산물 유통공사 (1990) 농수산물 유통조사 월보, 104.
3. A. Lloyd Ryall and Werner J. Lipton (1984) Handling, Transportation & Storage of Fruit & Vegetables. Vol. 1. Avi Publishing Co., Westport, Connecticut, U.S.A., Pp.293
4. D. H. Dewey and M. L. Bourne (1982) Low oxygen CA storage of McIntosh apples. In : D. G. Richardson and M. Meheriuk(eds.). Proc. 3rd Natl. Controlled Atmosphere Res. Conf. Symp. Series No. 1, Oregon State Univ., School of Agr., Timber Press, Beaverton, Ore., Pp.101~107.
5. Edward Lange and Joachim Fica (1982) Storage of Spartan, Melrose and Idared apples in ultra-low oxygen controlled atmospheres. Fruit Science reports, 9(3), 123~131.
6. Chingying Li and Adel A. Kader (1989) Residual effects of Controlled Atmospheres on postharvest physiology and quality of strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114(4), 629~634.
7. C. S. Parsons, R. E. Anderson and R. W. Penney (1970) Storage of mature-green tomatoes in controlled atmospheres. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 95(6), 791~794.
8. 加勝薫, 山下有彦, 西岡克浩 (1972) クリ果の CA

- 貯藏による 發牙抑制 褐變防止效果. 日食工誌, 19 (8), 371~375.
9. Wilkinson, B. G. and R. O. Sharples (1967) The relation between time of picking and storage disorders in Cox's Orange Pippin apple fruits. *J. Hort. Sci.*, 42, 67~82.
  10. Kato, K., Abe, K. and Sato, R. (1977) The ripening of apple fruits, 1. Changes in respiration, ethylene evolution and internal ethylene concentration during maturation and ripening. *J. Japan Soc. Hort. Sci.*, 46(3), 380~388.
  11. 大久保増太郎 (1968) 日園學雜, 37(3), 256~260.
  12. 田宮博, 渡邊篤 (1971) 藻類實驗法, 南江堂, 東京, Pp.311.
  13. I.V.T.P.A. (1983) Qualità conservabilità delle mele. MILANO, Pp. 53.
  14. Adel A. Kader (1985) Postharvest Technology of Horticultural Crops : postharvest biology and technology. Univ. of california, Davis. Pp.3~7.
  15. Wang, S. S., Haerd, N. F., and Dimarco, G. R., (1971) Chlorophyll degradation during controlled-atmosphere storage of asparagus. *J. Food Sci.*, 36, 657.
  16. Adel A. Kader(1986) Biochemical and physiological basis for effects of Controlled and modified atmospheres on fruits and Vegetables. *Food Tech.*, 5, 99~104.
  17. 樽谷隆之 (1968) ホリ エチレン包装 による果實貯藏の實際. 果實日本, 23(1), 102~105.
  18. Knee, M. (1980) Physiological response of apple fruits to oxygen concentrations. *Ann. Appl. Biol.*, 96, 243.
  19. Stephen J. Wallner (1978) Apples fruit  $\beta$ -galactosidase and softening in storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 103(3), 364~366.
  20. O. L. Lau, Y. Liu and S. F. Yang (1984) Influence of storage atmospheres and procedures on 1-amino cyclopropane-1-carboxylic acid concentration in relation to flesh firmness in 'Golden delicious' apple. *Hort Science*, 19(3), 425~426.
  21. Arpaia, M. L., Mitchell, F. G., Kader, A. A. and Mayer, G. (1985) Effects of 2%O<sub>2</sub> and varying concentration of CO<sub>2</sub> with or without C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> on the storage performance of kiwifruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110, 200.
  22. W. M. Mellenthin, P. M. Chen, and S. B. Kelly (1980) Low oxygen effects on dessert quality, scald prevention and nitrogen metabolism of 'd' Anjou pear fruit during long-term storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 105(4), 522~527.
  23. O. L. Lau (1983) Effects of storage procedures and low oxygen and carbon dioxide atmospheres on storage quality of 'Spartan' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 108(6), 953~957.