

## 사과 長期 貯藏에 있어서 重量減少와 品質變化의 豫測

고하영 · 박무현 · 신동화 · 민병용

농어촌개발공사 식품연구소  
(1984년 4월 28일 수리)

### Prediction of Weight Losses and Quality Changes in Long Storage of Apples

Ha-Young Koh, Mu-Hyun Park, Dong-Hwa Shin and Byong-Young Min  
Food Research Institute/AFDC, Suwoen, Korea

#### Abstract

Changes of weight loss and quality in 3 different apple cultivars and four storage conditions were investigated for 6 month storage. Weight loss changes in the pilot scale low temperature storage ( $^{\circ}\text{C}$ ) could be predicted with linear equations. Quality defects were remarkably increased at 5% of weight loss in all cultivars and storage conditions. It was possible to predict by linear equations the quality of apples by measuring acidity and texture highly correlated to the sensory scores.

#### 머릿말

우리나라에서 재배되고 있는 주요 사과 품종과 그 재배 비율은 각각 후지 41%, 홍옥 16%, 국광 16%, 고을던 6%, 인도 6%, 기타 15%로 약 30여 품종이 재배되고 있다<sup>1)</sup>. 총 생산량은 50만톤 정도<sup>2)</sup>로 총 과일 생산량의 1/2을 접하며, 이 중 약 99%<sup>3)</sup>는 생으로 소비되고 있다.

한편, 생산된 사과는 약 2/3가 여러 형태로 저장되며 그 중 15%가 기업형 저온 저장고에, 나머지 85%는 農家 簡易 저장고에 저장되어 익년 4월 까지 시장에 출하되고 있다<sup>4)</sup>.

사과는 저장, 유통 과정중 5~10%<sup>5,6,7)</sup>의 중량 감소가 일어나면 추그러들게 되어 상품성을 잃게 되는데 이는 조직변화<sup>7,8,9)</sup> 맛과 향<sup>10,11)</sup>의 변화 등과 함께 중요한 품질 변화의 지표로서 이용되고

있다. 그러나 이것들의 변화는 복합적으로 일어나기 때문에 어느 한 요인만을 가지고 저장, 유통 과정 중의 품질 劣化 정도를 평가하기가 어렵다. 또한 이들 변화 요인 들을 모두 측정하여 평가하는 방법도 쉽지 않다.

따라서, 사과 저장중 감량을 예측하고 품질 변화를 쉽게 추측키위하여 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있는 3품종의 사과를 4가지 형태의 저장고에서 저장하면서 발생하는 중량감소 정도와 부패율, 산도, 경도 및 기호도를 조사하고, 이들 결과를 기초로 중량감소와 품질 변화를 예측할 수 있는 식을 導出하였기로 이를 보고하는 바이다.

#### 재료 및 방법

##### 1. 재료

홍옥(Jonathan)은 경북 하양 과수원에서 170g

내외의 사과를 10월 4일에, 후지(Fuji, 부사)는 300g 내외의 것을 같은 과수원에서 11월 8일에 국광(Ralls Janet)은 160g 정도의 것을 경북 의성 과수원에서 11월 20일에 구입하여 健全한 시료만을 골라 저장 시험에 사용하였다.

## 2. 저장고의 종류 및 저장조건

가. 常溫低濕저장고 ;  $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ , 59~80% RH

나. 常溫高濕저장고(대구 하양, 반지하식 저장고) ;  $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ , 95%RH 내외, 50평, 500상자를 10단 높이로 적재

다. 소형저온저장고 ;  $0^{\circ}\text{C}$ , 90%RH

라. 대형저온저장고(산지 저장 업체, 저온 저장고) ;  $0^{\circ}\text{C}$ , 90~95%RH, 100평, 1,000상자를 12단 높이로 적재.

## 3. 저장중 품질 변화 측정

가. 증량감소율 ; 4~10상자를 매월 칭량하여 초기 증량에 대한 감소 증량을 백분율로 표시하였다.

나. 건진과율 ; 1~5상자의 시료로부터 매월 발생한 부패 변질과를 선별한 후 건진한 사과의 껍수를 백분율로 표시하였다.

다. 경도 ; 시료 사과 10개를 취하여 꼭지 부분의 껍질을 벗긴 후 경도계(Instron Universal Testing Machine)로 직경 7mm plunger를 사용하여 과육깊이 2cm까지 puncturing할 때 소요되는 힘을 kg으로 표시하였다.

라. 산도 : 0.1N NaOH로 적정하여 malic acid 증량비로 표시하였다.

마. 기호도 평가 : 12명의 판능검사 요원과 30~50명의 소비자를 대상으로 사과의 조직감, 맛과 향 및 전체적 기호도에 대하여 아주 좋다는 5점으로 하고 보통이다를 0점으로 하는 한편, 아주 나쁘다는 -5점으로 하는 7단계 채점법 판능검사로 평가하였다.

바. 品質의 簡易 평가 방법 설정 ; 사과를 저장하면서 기간별로 측정된 소비자 기호도에 대한 평점과 경도 및 산도 측정치와의 관계를 컴퓨터에 의하여 다중회귀(multiple regression) 분석 방법으로 분석하여 경도 및 산도의 측정치가 소비자 기호도에 대한 표현 확률치를 결정계수(determination coefficient)로 표시하여 품질을 예측할 수 있는 관계식을 도출하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 저장중 증량의 변화

사과를 저장하는 경우 증산, 자체 호흡이나 변질되는 현상에 의하여 증량감소가 일어나는바 최적 저장 조건 설정을 위하여 증량감소를 극소화하는 것은 대단히 중요하다. 따라서, 각 저장 조건별로 증량감소 현상을 추적하였던 바 그 결과는 그림 1과 같다.

즉, 홍옥의 경우 상온저습저장고는 저장 1개월부터 증량이 급격히 감소하는 경향이었고, 상온고습저장고가 소형저온저장고와 비슷한 증량감소 경향을 보였으며, 대형저온저장고는 저장 6개월 후 급격히 증량이 감소함을 볼 수 있었다.

후지의 감량은 홍옥과 비슷한 경향이었으나 저장 11월에 시작한 관계로 보다 완만한 증가를 보였으며, 상온고습저장고의 증량감소가 소형저온저장고 보다 낮은 상태를 보였다. 이는 저장고 내의 습도 및 송풍 방법 등이 영향을 미친 것으로 추측되었다.

국광의 감량은 홍옥이나 후지에 비해 낮았고 상온고습저장고나 대형저온저장고의 증량감소율이 저장 3개월까지 거의 발생되고 있지 않다가 이 시기 이후부터 급격히 증가함을 볼 수 있었는데, 이는 사과 품종 자체 특성과 11월말 대기 온도가 낮은 시기에 저장을 시작한 때문이 아닌가 추측되었다.

이상과 같이 증량감소율은 습도가 낮은 상온저습저장고에서는 저장 1개월에 급속히 증가하였으나 온도 조건은 같고 상대습도가 평균 95%로 매우 높았던 상온고습저장고의 증량감소율은 소형저온저장고에 비해 손색이 없을 정도로 낮은 수준의 상태를 유지하였다. 그리고, 소형저온저장고와 거의 비슷한 온습도 조건인 대형저온저장고가 매우 낮은 변화를 보였는데, 이는 저장업체가 감량을 줄이기 위해 냉장고에 물을 뿌렸거나 상자 내부를 신문지로 쌓은 것과 저장고 내의 공기 순환 방법, 저장고 관리 방법, 원료를 수확한후 농가로부터 저장고까지의 거리 등의 차이가 작용했을 것으로 판단되었다.

그러나 이들 저장고에서 저장 조건이 일정했던 소형저온저장고의 증량감소율은 그림 2와 같았는데 저장기간에 따라 일정하게 증량이 감소하여 다음과 같이 1차 방정식으로 표현할 수 있었다.

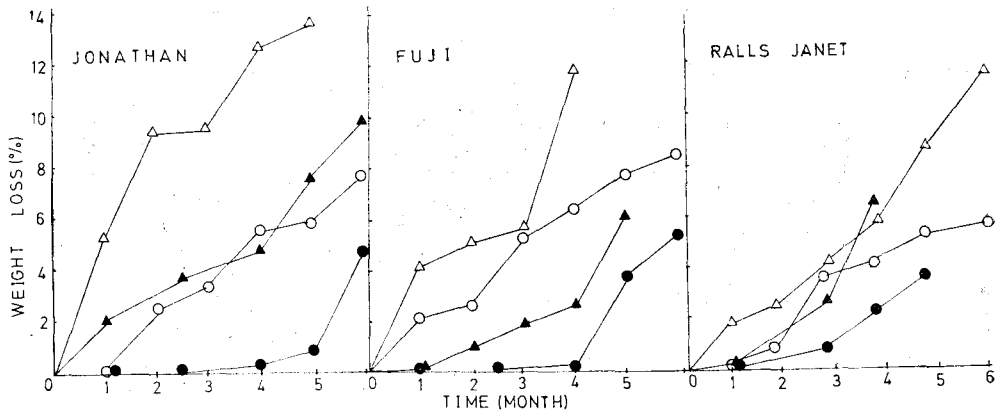


Fig. 1. Weight loss changes in 3 apple cultivars and 4 kinds of storage conditions for 6 month storage

—△—; low humidity ambient temperature    —○—; low temperature pilot scale  
 —▲—; high humidity ambient temperature    —●—; low temperature commercial scale

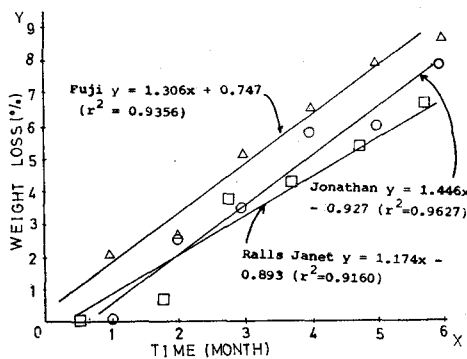


Fig. 2. Weight losses of apple cultivars in 0°C, 95%RH storage for 6 month storage at FRI.

홍옥 :  $y = 1.446x - 0.927\ (r^2 = 0.9627)$   
 후지 :  $y = 1.306x + 0.747\ (r^2 = 0.9356)$   
 국광 :  $y = 1.174x - 0.893\ (r^2 = 0.9160)$   
 식에서  $y$ 는 중량감소율(%),  $x$ 는 저장월수(월)  
 $r^2$ 는 결정계수이다.

2. 저장중 건전과율의 변화

각 저장고 및 품종별 건전한 과실의 비율이 부패변질등에 의해서 감소하는 결과를 그림 3에 표시하였다.

즉, 습도가 낮은 상온저습저장고에서는 홍옥이 저장 1개월에 후지, 국광이 각각 저장 3~4개월에 품질이 급격히 떨어졌고, 습도가 높은 상온고습저

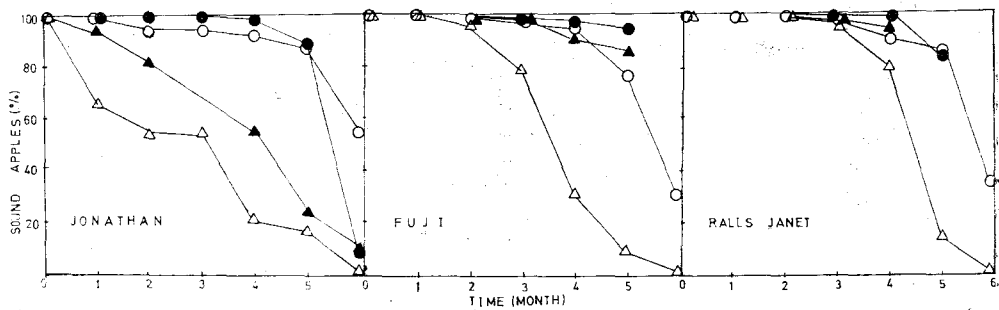


Fig. 3. Changes in the ratios of sound apples in 3 apple cultivars and 4 kinds of storage conditions for 6 month storage.

—△—; low humidity ambient temperature    —○—; low temperature pilot scale  
 —▲—; high humidity ambient temperature    —●—; low temperature commercial scale

장고에서는 저온저장과 비슷한 품질을 유지하였다. 저온저장은 저장 4개월까지 품질유지가 잘 되었으나 이 때 이후부터는 품질이 급격히 떨어졌다.

그림 3을 보면 모든 품종 및 저장 조건에서 전전과율이 90~95% 정도로 된 이후부터는 품질이 급격히 감소하는 현상을 볼 수 있었는데 이때까지의 증량감소는 약 5% 수준으로 나타났다. 따라서 증량감소를 5% 이상 전전과율 90~95% 이하로 되면 사과 저장은 위험한 한계에 다다랐다고 판단할 수 있었다.

표 1은 소형저온저장 5개월 후 각 품종별 품질

변화 상황을 조사한 것인데, 저온 저장 결과 홍옥은 품질 변화 주 원인이 부패 및 생리 장애였으며, 후지는 부패 및 생리 장애와 쭈그러짐이 주 원인이었다. 상온에서도 발생 빈도가 많은 차이가 있었으나 경향은 저온과 비슷하였다.

### 3. 저장중 경도, 산도 및 기호도 변화

소형저온저장고의 각 시료에 대한 저장중 경도, 산도 및 기호도를 매월 측정하여 이들의 변화를 相關분석한 결과는 표 2와 같다.

각 항목별로 매월 발생하는 품질 변화 속도를

**Table 1.** Comparison of quality defects of apple cultivars after 5 month storage.

Storage Temperature	Quality defects appearance	Apple Cultivars		
		Jonathan	Fuji	Ralls Janet
Low temp. (0°C)	Decay & physiological disorder(%)	16.3	10.1	1.0
	Shrivel(%)	1.5	12.1	12.7
Ambient temp.	Decay & physiological disorder(%)	37.7	38.7	2.1
	Shrivel (%)	27.8	45.2	72.7

**Table 2.** Correlationship between sensory score and physicochemical analysis of three apple cultivars for 6 months at low temperature storage

Measurements	Cultivars	Correlation x vs y	Regression coefficient	Intercept	Probability
Firmness (I)	Jonathan	-0.97614	-0.18177	2.0826	P<0.01
	Fuji	-0.95186	-0.17892	2.9751	P<0.05
	Ralls Janet	-0.73103	-0.05146	2.1269	0.10<P<0.25
Acidity (I)	Jonathan	-0.72655	-0.01772	0.6377	0.10<P<0.25
	Fuji	-0.76297	-0.01892	0.2951	0.10<P<0.25
	Ralls Janet	-0.94109	-0.05000	0.6350	P<0.005
Texture(s)	Jonathan	-0.90019	-0.55234	2.6933	P<0.05
	Fuji	-0.85241	-0.24429	3.5029	0.10<P<0.25
	Ralls Janet	-0.99347	-0.31425	1.7938	P<0.01
Aroma & Taste(s)	Jonathan	-0.96405	-0.38405	2.2049	P<0.01
	Fuji	-0.97150	-0.23943	2.7645	P<0.01
	Ralls Janet	-0.99085	-0.33014	1.7766	P<0.01
Overall Quality(s)	Jonathan	-0.92771	-0.43538	2.1915	P<0.05
	Fuji	-0.98508	-0.29057	2.7905	P<0.01
	Ralls Janet	-0.90199	-0.28987	1.8027	P<0.05

Note: I; Instrumental measurement  
S; Sensory test

상관계수로써 비교해 보면, 경도에 있어 홍옥, 후지, 국광의 순으로 감소하였으나, 산도는 이와 반대로 국광, 후지, 홍옥의 순으로 감소하였다.

그러나, 기호도 평점에 있어서는 조직감, 맛과 향의 변화속도는 언제나 홍옥, 국광, 후지의 순이었으며, 전체적 기호도에 있어서도 홍옥의 감소속도가 -0.43538로 후지 -0.29057 및 국광 -0.28987 보다 매우 컸다.

이상의 결과에서 보면, 홍옥의 품질 변화 속도가 가장 빠른 것을 알 수 있었고, 국광과 후지는 저장중 품질 변화가 이에 비해 적었다.

4. 저장중 품질 간이 평가 방법 설정

사과의 품질을 산도 및 경도 만을 측정하여 소비자 기호도를 평가할 수 있는 객관적 수치적 방법을 만들고자, 표 2의 자료를 가지고 다중회귀 분석하여 독립변수(경도 및 산도)별로 결정계수를 구한 값을 표 3에 표시하였다.

그 결과 3품종 모두 경도의 결정계수가 산도에 비해 높게 나타났다. 후지와 국광의 경우 결정계수가 경도 혹은 산도 한 가지 만을 독립변수로 하여 얻은 값보다 두 가지를 함께 사용한 것이 수치가 더 높게 향상되었으나, 홍옥의 경우는 독립변수를 조직감 하나만으로 하여 얻은 결정계수나 경도와 산도를 같이 사용하여 얻은 결정계수가 같아서 향상되지 않았다. 따라서, 경도 하나만으로 혹은 경도와 산도 두 가지 만을 측정함으로써 쉽게 사과의 품질을 평가할 수 있는 방법, 즉 회귀방정식을 도출하였다.

홍옥 ;  $Y=2.11 X_1-2.41$

후지 ;  $Y=2.21 X_1-6.07X_2-2.05$

국광 ;  $Y=2.78 X_1+2.19X_2-5.61$

Table 3. Multiple regression analysis for prediction overall sensory qualities with two physicochemical variables

Physicochemical variables	Apple cultivars		
	Jonathan	Fuji	Ralls Janet
Firmness ( $X_1$ )	0.838	0.964	0.906
Acidity ( $X_2$ )	0.586	0.739	0.861
Firmness & Acidity ( $X_1, X_2$ )	0.838	0.994	0.929

식에서 Y는 기호도(점),  $X_1$ 는 경도(kg).  $X_2$ 는 산도(%)이다.

조 록

3품종의 사과를 4가지의 저장 조건에서 6개월간 저장하면서 重量減少와 品質의 變化를 調査한 후 에 이들의 변화를 예측할 수 있는 식을 얻었다.

소형저온저장고 (0°C)에서 발생된 중량감소율의 변화는 직선식으로 예측할 수 있었으며, 품질은 품종이나 저장 조건에 관계 없이 중량감소가 5% 이상 발생되면 현저히 劣化되었다.

또한 저장중 품질의 변화를 사과의 경도 및 산도 만을 측정하여 관능검사와 같은 결과를 얻을 수 있는 직선식을 만들어 상품성 예측을 가능케 하였다.

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청 원예시험장 과수과 자료 (1983)
2. 농수산부 : 농림통계년보. p.103 (1983)
3. 농어촌개발공사 식품연구소 : 한국식품산업의 현황 분석 및 발전 전략 p.85 (1982)
4. Shin, Hyun Kyung; Development and dissemination of practical fruit storehouse,KAIST (1982)
5. USDA Marketing Research Report No. 1059
6. Ryall, A.L. and Pentzer W.T.; Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables Vol. 2, 2nd ed. Avi. Co., Connecticut, Chap. 3(1982).
7. Burton W.G.; Post Harvest Physiology of Food Crops. Longman, London and New York, Chap. 3. (1982).
8. 福田博之, 千葉和彦, 久保田貞三, 果樹試報 C. 7 : 33~47(1980).
9. 福田博之, 久保田貞三, 果樹試報 C. 8 : 31~41(1981).
10. Dhanraji S.; Journal of Food Quality. 4: 83 (1980).
11. Fidler J.C., Wilkinson B.G. and R.O. Sharples; The Biology of Apple and Pear Storage Common Wealth Agr. Bureau, Slough, U.K. Part 1 (1973).