

Fuji 사과의 CA저장중 저장조건이 과육갈변에 미치는 영향

이주백 · 최종욱*

협성농산(주), *경북대학교 식품공학과

Effect of CA Storage Conditions on the Internal Breakdown of Fuji Apple Fruits under CA Storage

Joo-Baek Lee, *Jong-Uck Choi

*Hyupsung Nongsan CO, LTD., *Department of Food Science and Technology,
Kyungpook National University*

Abstract

The internal breakdown of Fuji apple during CA storage classified as watercore breakdown, low temperature breakdown and CO₂ injury. This study was undertaken to investigate the watercore breakdown injury factors of Korean Fuji apple during CA storage. The development of internal breakdown was more increased with the larger size, the later harvest time and the higher CO₂ gas level. But in internal breakdown fruit of the titratable acidity and soluble solid decreased significantly, the pH of fruit juice and the production of carbon dioxide was greatly increased. The best gas levels of CA storage was 2% oxygen and 3% carbon dioxide. Thus, the predictable parameters of internal breakdown of fruit were increase in pH on decrease titratable acidity within 2 months of CA storage, increase carbon dioxide. So, it was found that the best CA storage for internal breakdown control of fruit during CA storage was delayed CA storage methods after low temperature storage immediate harvest of apple and than took a step. The delayed CA storage after low temperature storage for 2 months was more effective in the prevention of development of internal breakdown than immediate CA storage after harvest.

Key words: CA storage, apple, internal breakdown

서 론

우리나라의 사과는 과일 중 생산, 소비가 가장 많은 품목으로 타 재배품목에 비해 소득이 비교적 높아 1990년 이후 가격상승 및 농산물 수입 자유화에 따른 대체작목으로 선정되어 재배면적은 1991년 5만 ha, 1992년 5만2천 ha로 증가추세에

있고, 생산량은 1992년 69만톤을 기점으로 1994년 61만톤 수준에서 다소 기복을 보이고 있으며 전체 과일 생산량의 31%를 차지하고 있다. 1993년 기준 도별 생산량은 경북, 충남, 충북 순이며 이 중 경북이 전체 생산량의 70%를 점유하고 있다[1].

사과는 수확시기에 따라 조생종, 중생종, 만생종으로 구분되며 지역별로 약간의 차이는 있으나 모리스 7월 하순, 쓰가루 9월 상순, 홍옥 9월 하순, 조나골드 10월 중순, 후지 10월 하순으로, 후지를

Corresponding author : Joo-Baek Lee, R&D Team, Hyupsung Nongsan CO., LTD. 358-80, Galsan-Dong, Dalseo-Gu, Taegu 704-170, Korea

제외한 나머지 품종들은 대부분 2~3개월 만에 출하가 완료되며, 이 중 후지는 저장성이 우수하여 수출품종으로 국내에서도 연중 출하되고 있다.

과일의 저장방법으로는 저온저장, MAP(Modified Atmosphere Package)저장[2], CA(Controlled Atmosphere) 저장[3], 방사선 조사 처리저장[4] 등이 있으며, 이 중 CA 저장방법이 다른 저장방법보다 과일의 호흡량, 부패, 변색, 에틸렌 발생 및 추숙 억제효과로 인한 과일의 경도, 향기, 영양소 보존 등에 있어 우수한 저장방법으로 알려져 있다.

과일의 CA저장조건은 환경기체 조성비, 품종, 재배생육환경 및 과일의 숙도 등에 따라 다양하며 [5], 그 중 사과는 일반적으로 CA저장에 가장 많이 적용되는 품목으로 많은 연구가 있으며[6], CA 저장 중 여러 가지 저장장해 현상이 발생하고 있다[7]. 이러한 저장장해는 사과의 외부에는 scald, bitter pit 등이 나타나며 내부에는 심갈변(core browning)과 과육갈변 등의 내부갈변(internal breakdown) 현상으로 나타난다.

후지사과에 대해서는 냉장저장 또는 CA저장 중 내부갈변의 발생에 관한 연구는 일본에서 보고되고 있지만 발생기구 및 방지법에 대해서는 명확하지 않은 상태이며[8], CA저장 중 후지사과에 대한 내부갈변 장해의 발생기구 및 갈변물질의 확인에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 CA저장 후지사과의 과육갈변 발생에 영향을 미치는 요인을 구명하기 위하여 CA저장 조건과 과육갈변 발생과의 관계를 조사하였다.

재료 및 방법

공시 재료

경북 점촌산 Fuji 품종의 사과를 1994년도에 구입하여 공시재료로 사용하였다.

건전과와 밀(watercore)발생과의 구분은 예비적으로 각각 200개씩 절단하여 밀발생증상이 10% 이하인 10월 23일 수확한 사과를 건전과로 하고, 밀발생증상이 80% 이상인 11월 17일 수확한 것을 밀발생과로 하였다. 시료의 크기는 중량으로 선

별하여 LL은 366g 이상, L는 357~365g, M는 306~356g, S는 278~305g, SS는 246~277g으로 하였다.

Table 1. Conditions of CA and cold storage of Fuji apple

| Storage | Temperature (°C) | RH (%) | Gas Level | | Note | |
|--------------|------------------|--------|--------------------|---------------------|------|-------|
| | | | O ₂ (%) | CO ₂ (%) | | |
| CA storage | 0.5±0.5 | 95~99 | | 2 | 1 | CA201 |
| | | | | 2 | 3 | CA203 |
| | | | | 2 | 5 | CA205 |
| | | | | 2 | 10 | CA210 |
| | | | | 2 | 3 | DCA |
| Cold storage | 0.5±0.5 | 85~90 | 21 | 0 | | |

저장 조건

사과를 CA저장과 저온저장으로 구분하여 저장하였으며, 저장조건은 Table 1과 같다. 저장기간 동안 소정의 기체조성비를 유지하기 위하여 1일 1회 실험용 저장고와 연결되어 있는 A.S.I.(Analytical System Inc. U.S.A) gas analyzer를 사용하여 농도를 측정하였고, N₂, CO₂ 및 O₂ gas를 주입 조절하였다.

실험용 저장고의 구성

본 실험에서 사용한 CA저장 system은 실험실용 소형 저장고(800×600×800mm, W×D×H)를 제작하여 gas control system과 CA storage chamber로 구성되어 있다. Gas control system은 CA storage chamber내의 gas농도를 조정하기 위해 99.99%의 N₂ gas와 CO₂ gas를 사용하였으며 gas농도 측정은 A. S. I. 기체분석기로 측정하였고 CO₂의 제거는 CaCl₂를 이용하였다. CO₂가 제거된 기체와 gas 농도를 측정된 기체는 CA storage chamber내로 순환시키는 재순환방식으로 gas control을 행하였으며, CA storage chamber는 두께 2mm 스테인레스강판으로 제작하여 내부공기를 순환시킬 수 있는 fan을 부착하였으며 자동온도조절장치가 부착된 냉동기에 의해서 설정온도 ±0.5°C의 범위로 조절되는 walk-in room내에 두었다. CA storage chamber의 밀폐성과 습도유지를 위하여 실리콘 팩킹으로 밀봉

하였고 밀폐성 확인은 H₂O manometer로 행하였다.

가용성 고형물 측정

과육 50g을 마쇄하여 착즙한 후 과즙을 Abbe refractometer (Atago Co., LTD. Japan)를 사용하여 측정하였다.

pH 측정

과육 50g을 마쇄하여 착즙한 후 과즙 25ml를 취하여 유리전극 pH meter(HI 8418, HANNA, Singapore)로 측정하였다.

적정산도 측정

과육 10g을 마쇄하여 증류수로 1 : 1 희석한 후 0.01N-NaOH로 적정하여 Malic acid로 환산하여 표시하였다.

호흡량 측정

호흡량의 측정은 10l 데시케이터 내에 일정량의 시료를 넣고 0°C에서 1일간 방치 후 A.S.I 기체분석기로 CO₂량을 측정하여 다음식을 이용하여 CO₂mg/kg/hr으로 하였다.

$$556\text{ml}/1000\text{mg}=\text{measured ml from sample}/x\text{---}(1)$$

결과 및 고찰

수확시기 및 과일의 크기가 내부갈변 발생에 미치는 영향

과일의 에틸렌농도와 호흡량의 변화는 성숙생리 연구에 중요하다. 그러나 이들의 측정에 의한 수확시기를 판단하는 것은 곤란하다. 현재로는 사과의 수확시기는 주로 식미에 의하여 판정되고 있다. 특히 판매용과 단기 저장용의 과일은 완숙 내지 완숙직후가 수확시기 이므로 식미에 의한 판정이 용이할 수가 있다.

그러나 중장기 저장용의 경우 판정은 반드시 용이하지는 않다. 완숙한 과일에는 저장 중 과일의 연화가 빠르고 고무병과 내부갈변 등의 생리장해가 많이 발생한다. 한편 수확이 너무 빠르면 식미가 나쁘고 scold 및 bitter pit 등의 생리장해가

많이 발생한다. 따라서 수확시기의 판정기준은 어디에 두는가가 매우 어렵다. 현재로는 만개 후 일수 또는 역일에 따라 대략적인 수확기를 판정하고 있다.

사과의 수확시기가 CA저장 중 내부갈변 발생에 미치는 영향을 조사하였다

Table 2는 수확시기별로 CA저장한 사과의 210일째의 결과 수확시기가 빠른 10월 25일~31일에 수확한 과일에서 내부갈변이 5.7%, 공동(void)이 5.5%로 총 11.2% 이었는데 비해 수확시기가 늦을수록 12.3%~15.5%로 증가하며 11월 11일~18일에 수확한 사과에서 22.9%로 내부갈변 발생율이 현저히 증가하였다.

크기가 큰 과일은 작은 과일에 비해 개개의 과육세포 및 세포간극의 크기에 차이가 있다. 또한 과일의 저장성에 큰 영향인자인 칼슘의 함유율이 일반적으로 낮다. 이와같은 이유에서 크기가 큰 과일은 작은 과일보다 노화가 빠르고 과육경도의 저하, 산함량의 저하 또는 고무병, 내부갈변, bitter pit 등의 저장생리 장애의 발생 등의 면에서 저장성이 떨어진다. 후지 사과에서는 과육의 노화가 진행된다면 과심내부와 과육부의 갈변부위에 공동(void)이 발생하는 경우도 있으며 조건에 따라 탄산가스 농도 3% 이하에서도 발생할 수가 있다.

Table 2. Development ratio of internal breakdown in Fuji apple according to several harvest time

| unit : % | | | |
|--------------|----------|------|-------|
| Harvest time | Browning | Void | Total |
| 25~31/Oct. | 5.7 | 5.5 | 11.2 |
| 1 ~ 5/Nov. | 12.3 | 13.2 | 25.5 |
| 6 ~10/Nov. | 15.5 | 7.9 | 23.4 |
| 11~18/Nov. | 22.9 | 0.4 | 23.3 |

CA condition was as follows : 2% O₂ and 3% CO₂
Data was value detected at 210 days after storage.

Fig. 1은 산소 농도 2%, 탄산가스 농도 3% 환경기체조성 조건으로 210일간 CA저장하여 사과의 크기에 따른 내부갈변 발생율을 나타낸 것으로 밀발생과에서는 사과의 크기에 따라 극소과에서는 14%, 소과에서는 11%, 중간크기 과일에서는 18%,

대과에서는 22%, 극대과에서는 25%로 사과 크기 클수록 장해발생이 증가하였다.

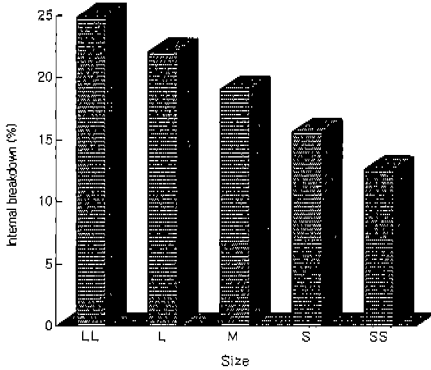


Fig. 1. Developmental ratio of internal breakdown in Fuji apple according to size.

LL : above 366g, L : 357~365g, M : 306~356g, S : 278~305g, SS : 246~277g.

사과의 CA저장에서 내부갈변의 발생은 사과의 크기가 클수록, 수확시기가 늦을수록 장해발생이 많은 것으로 나타났다. 이는 工藤 등[9,10], 三上 [11]이 Delicious 사과에서 수확이 늦은 과일의 경우 장해과 발생율이 높고, 수확이 지연될 경우 밀과 발생이 많은 것과 관계가 깊다고 보고한 것과 거의 유사한 경향을 나타내었다. 사과의 수확시기가 늦으면 밀병발생과의 발생이 증가하며, 밀발생은 sorbitol의 축적에 기인[12]된 것이므로 이것이 조직에 혐기적인 조건을 조성하여 장해발생을 촉진하는 것으로 생각된다.

탄산가스 농도의 영향

CA저장에 있어서 탄산가스농도의 문제점은 저장생리 장해발생과 관련이 있다. 고농도의 탄산가스에 의한 장해 즉, 탄산가스 장해는 과일 및 과육부의 갈변증상과 과피의 scald 증상으로 나타나고 있다. 델리셔스계 품종에서는 탄산가스농도가 5%이상의 농도에서 발생이 많으며 보통 냉장에서 발생하는 내부갈변과 구별할 수 없는 증상을 나타내고 있다. 工藤 등[13]은 Delicious 사과의 CA저장 중 gas농도가 과일품질에 미치는 영향은 산소농도가 증가하여 3%이상이면 산도와 경도가 감소하는 경향을 나타내고, 산소 농도가 감소하여 1%

이하이면 발효작용을 나타내어 품질이 떨어지며, 탄산가스 농도 1.5~2.5%일 때 산소 농도가 높으면 장해발생이 높은 경향이지만 일반적으로 산소농도가 낮은 경우 장해발생은 적지만 산소 결핍장해가 있다고 하였다.

또한 탄산가스 농도가 증가하면 내부갈변 발생도 증가하는 경향을 나타낸다고 보고하였다. 따라서 적정 gas농도는 탄산가스, 산소 농도 각 2%를 기준으로 보고하였으며, 최[14]는 후지사과에서 산소 농도 1%, 탄산가스 농도 3%로 보고하였다. 이러한 결과를 이용하여 본 실험에서는 산소 농도 2%로 일정하게 유지하고 탄산가스 농도를 1%, 3%, 5%, 10%로 변화시켜 탄산가스 농도의 영향과 후지사과의 내부갈변 관계를 검토하였다.

Fig. 2는 사과의 CA저장 중 탄산가스 농도의 변화에 따른 밀발생과와 건전과의 내부갈변 발생을 나타낸 것으로 건전과에서는 탄산가스 농도 3%에서도 내부갈변 증상을 나타내지 않았지만 밀발생과에서는 약 30%의 장해발생을 나타내었다. 탄산가스 농도 5%와 10%에서는 건전과와 밀발생과 모두 내부갈변 증상을 나타내었으며 탄산가스 농도 5%에서 밀발생과는 82%, 건전과는 42%로 심한 갈변 발생을 나타내었다. 탄산가스 농도 10%에서 밀발생과는 98%, 건전과는 76%로 극심한 상태를 보였으며, 건전과보다 밀발생과에서 갈변발생율이 매우 높았다.

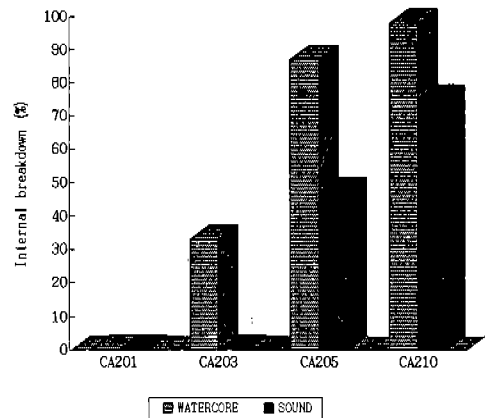


Fig. 2. Developmental ratio of internal breakdown in Fuji apples with watercore and sound fruits.

이는 工藤 등[13]과 吉田 등[15]의 보고에서 탄산가스 농도가 증가하면 갈변 발생율이 증가하는 경향과 유사하였다. 탄산가스의 존재는 장해발생을 증가시키는 경향을 나타내며, 특히 탄산가스 농도 5% 이상에서 장해발생이 심하므로 무대 후지의 밀발생과를 공시로하여 탄산가스 농도를 3%와 10%로하여 탄산가스의 영향을 보면 탄산가스 농도가 5%이상에서 내부갈변증상을 나타내며 고농도의 탄산가스 일수록 밀증상의 소실이 지연되어 지신이 갈변을 일으킨다. 탄산가스 장해의 발생은 산소 농도 3%에서 격심히 진행된다는 보고도 있다.

고농도의 탄산가스에서 저장하면 여러형태의 장해가 발생한다. 森健[16]은 scald 유사장해, 연성 scald 유사장해, 내부갈변장해, 고무병유사장해등이 발생한다고 보고하고 있다. 따라서 저장관리에서 장해발생을 억제하려면 탄산가스 농도 3%이하에서 저장하는 것이 좋다고 생각된다.

CA 조성시기가 내부갈변 발생에 미치는 영향

청과물, 특히 후지사과의 저장관리는 이상에 언급한바와 같이 어려운 문제점이 많다. 일반적으로 CA저장은 수확 직후 빠른 시간 내에 산소 농도를 감소시키고 탄산가스 농도를 증가시키는 신속CA저장(RCA)이 저장 중 품질의 열화를 방지하고 신선한 상태로 장기저장할 수 있다는 보고가 있다. 그러나 현재 우리의 사과산업 실상에서 수확시기를 지키지않아 사과의 경우 수확이 늦어질수록 과육내에 밀병 발생이 현저히 나타나고 있다. 이러한 사과들을 CA저장할 경우 내부갈변장해의 발생으로 막대한 손해를 입을 수가 있다.

특히 후지사과는 무대과에서 탄산가스 장해를 받기쉬우므로 탄산가스 농도를 2%이하로 낮추고 있다. 밀발생발생과는 저장중에 밀의 소실이 어려우므로 갈변되기쉽다. 한편 수확이 너무 빠르면 CA 저장에서도 scald병이 발생한다. 후지사과는 탄산가스 장해가 발생하기 쉬우므로 CA저장 개시 당초에 generator에서 토출해내는 고농도의 탄산가스 공기가 빠르게 분산되도록 적재가 요구되고 있

다. 또 森健[16]은 저온저장을 몇 개월 저장하고난 후 CA저장을 하면 탄산가스 장해 발생이 방지될 수 있다는 지연 CA 저장을 제시한 바 있다. 밀이 발생한 사과를 CA저장하여 내부갈변 증상을 억제하기 위해 수확후 2개월간 저온저장한 후 탄산가스 농도를 단계적으로 높여 산소 농도 2%, 탄산가스 농도 1% 에서 1개월간 유지하고, 그후 산소 농도 2%, 탄산가스 농도 3%로 저장하여 7개월 후 분석한 결과 Fig. 3에서 나타낸바와 같이 210일 경과 후 산소 농도 2%, 탄산가스농도 3%구에서 밀발생과에서는 32%의 내부갈변 장해가 나타났으나 지연CA를 실시한 동일구에서는 건전과 밀발생과 모두 내부갈변 장해가 발생치 않았다.

이와같은 결과 이러한 단계적인 CA저장은 내부갈변 증상이 억제되는 것을 입증되어 실용적인 의의가 크며 CA저장 관리에서 gas농도 조정이 잘못되더라도 위험부담을 줄일 수 있으리라 생각된다. 또한 현재 국내 CA저장 실패 사례에서 막대한 손해를 입게된 원인도 내부갈변 증상에 의한 것이므로 이러한 단계적인 CA저장을 활용한다면 사과의 저장기간 연장기술로 이용될 수 있으리라 생각된다.

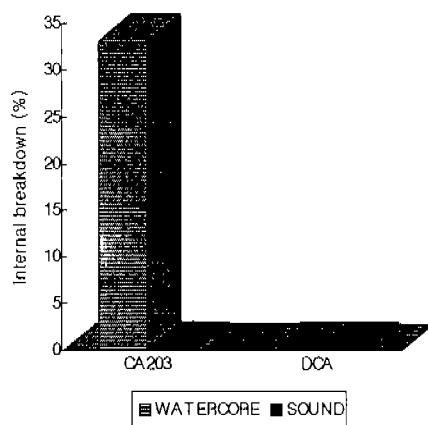


Fig. 3. Developmental ratio of internal breakdown in Fuji apples by delayed CA (DCA).

DCA : 1st step : cold storage 2 months.
2nd step : 2% O₂ and 1% CO₂ 1 month.
3rd step : 2% O₂ and 3% CO₂ 4 months.

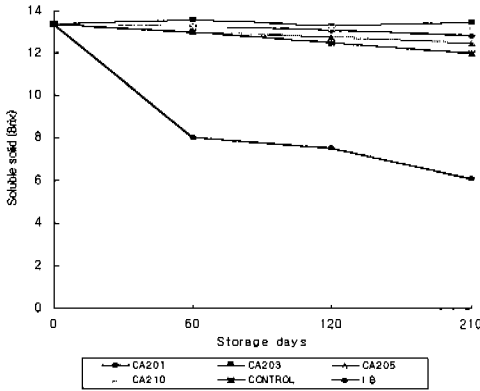


Fig. 4. Changes in soluble solid of Fuji apples during CA storage.
(I) : sound fruits,
(II) : internal breakdown parts

가용성 고형물 함량의 변화

사과의 CA저장 중 과일 호흡의 주요기질로 이용되는 가용성 고형물의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. CA저장구에서는 저장 210일까지 수확기 상태 13.5° Bx와 비교하여 5% 이내의 비슷한 가용성 고형물 함량을 유지하였으며, 대조구인 저온저장구에서는 10% 감소되어 12° Bx를 나타내었다. 2% 산소, 3% 탄산가스의 CA저장구에서 타 농도 저장구 사과보다 약간 높은 함량을 나타냈으나 큰 차이는 없었다. 저온저장한 사과에서 낮은 함량을 나타낸 것은 당류가 상대적으로 호흡의 기질로 많이 이용되었다고 생각된다.

갈변과에서는 CA저장 60일째 8° Bx로 감소하였으며 가용성 고형물 함량이 현저히 낮은 결과를 나타내었고 이후 저장 210일까지 완만한 감소현상을 보였다.

과실류에 함유된 당의 종류는 서당, 과당 및 포도당의 3종류가 주체로 그밖에 galactose, xylose 및 sorbitol이 약간 함유되어 있다. 이들 당류의 구성 비율은 과실의 종류에 따라 다르며 수확기에 따라 그 함량이 다르다.

가용성 고형물 함량과 내부갈변 발생과의 관계에서는 갈변과에서 가용성 고형물 함량의 감소는 장해발생 예측에 쉽게 이용될 수 있다고 생각된다.

pH 및 적정산도의 변화

사과의 저장 중 pH의 변화는 Fig. 5와 같다. 대조구인 저온저장구에서는 산의 감소로 인하여 pH가 증가하였으며, CA저장구에서는 저온저장구와 비교했을 때 산함량이 높게 나타내었다. 또한 갈변과에서도 산의 감소로 인한 pH변화는 큰 폭으로 증가하였으며 저장 60일 이후 pH 변화는 조금 증가하는 경향이였다. 탄산가스 농도와 pH와의 상관관계는 부(-)의 상관관계를 나타내며 상관계수는 -0.969로 매우 높았다. 특히 갈변과에서는 매우 낮은 산함량으로 인하여 pH는 5.1~5.3 이었다.

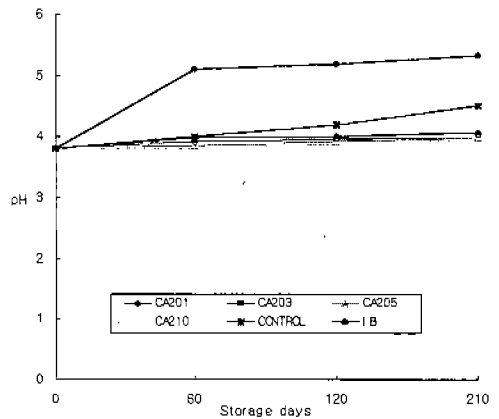


Fig. 5. Changes of pH in Fuji apples during CA storage.
(I) : sound fruits,
(II) : internal breakdown parts.

저장기간 중 적정산도의 변화는 Fig. 6과 같다. 대조구인 저온저장구에서는 저장 4개월 후 0.15%의 낮은 산함량을 나타내었는데, 저장 중 산함량이 0.2% 이하로 되면 사과 과일의 특성이 상실된다고 한다[14]. 그러나 CA저장구에서 탄산가스 농도 3%이상에서는 저장 7개월 후 산함량이 0.26% 이상이었으며, 이는 저농도의 산소, 고농도의 탄산가스에 의하여 호흡이 억제되어 감산 억제 효과가 높게 나타났다.[13,14,17]. Anderson[18]은 Delicious 사과의 CA저장에서 산소 농도가 점차 증가하면 산함량은 점차 감소하였으며 1% 산소 농도에서 높은 산함량과 함께 과육경도 및 내부갈변 발생도

거의 없었다고 보고하였다. 탄산가스 농도와 적정 산도와와의 상관계수는 0.979로서 탄산가스 농도가 높아짐에 따라 산함량이 높게 유지된 것으로 나타났다. 그러나 장해과에서는 저장 60일 후 산 함량이 급격히 감소하는 경향이였다. 즉 장해과에서 저장 60일 후 적정산도는 0.08%, 저장 210일 후 산함량은 0.05%로 감소하였다. 이는 장해발생과는 산이 낮고, 높은 탄산가스 농도구에서 산이 적은 것은 갈변 발생에 기인된 것으로 생각된다.

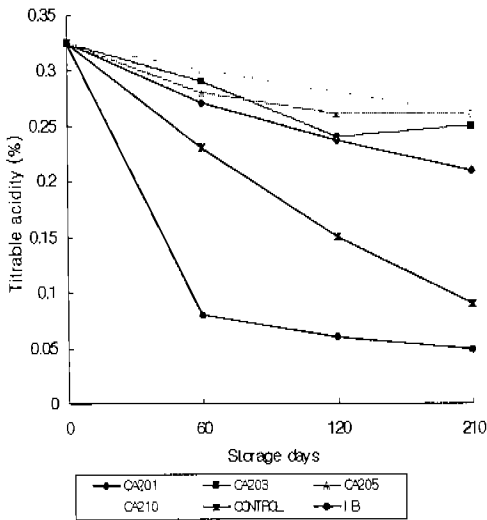


Fig. 6. Changes in titratable acidity of Fuji apples during CA storage.

Anderson[18]은 Delicious 사과에서 산소 농도가 증가함에 따라 산함량은 낮고 산소 농도가 0% 구가 가장 높았다고 보고하였지만 CA저장에서 산 함량에 미치는 Gas 농도의 영향은 산소와 이산화탄소의 조합에 의하여 서로 다르며 본 연구결과와 반드시 일치하지는 않았지만 탄산가스 농도가 많은 영향을 미치는 결과를 얻었다. 따라서 장해발생이 일어나지 않는 범위내에서 낮은 산소 농도와 높은 탄산가스 농도에서 가장 효과가 높다고 생각한다. 탄산가스 농도가 높아짐에 따라 산함량 유지가 양호한 것으로 생각한다.

pH 및 적정산도와 내부갈변 발생과의 관계에서는 pH는 증가하고 적정산도는 매우 낮았으며 산

의 함량이 현저히 감소하는 결과를 나타내어 내부갈변에 영향을 미치는 것으로 생각되며 pH 및 적정산도의 변화를 분석함으로써 CA저장 중 갈변의 징후를 예측하는데 실질적으로 이용가능한 것으로 생각된다.

호흡량의 변화

사과는 성숙기에서 호흡의 상승이 나타나므로 서양배와 양다래 등과 같이 climacteric형의 과일로 분류되고 있다.

건전과와 장해과의 탄산가스 발생량을 측정된 결과는 Fig. 7과 같다.

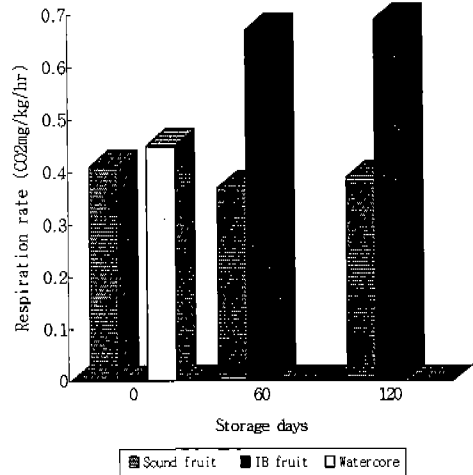


Fig. 7. Changes of respiration ratio in sound and IB Fuji apples during CA storage.
IB : Internal breakdown fruit

수확 후 저장개시의 탄산가스 발생량은 수확기가 이른 건전과에서는 0.41 CO₂mg/kg/hr 인데 비하여 밀발생과에서는 0.46 CO₂mg/kg/hr로 건전과보다 밀발생과에서 탄산가스 발생량이 높게 나타났다. 저장기간이 경과함에 따른 탄산가스 발생량의 pattern은 건전과의 경우 60일째는 0.37 CO₂mg/kg/hr, 90일째는 0.4 CO₂ mg/kg/hr로 저장개시때 탄산가스 발생량과 거의 유사한 경향이였다. 이에 반하여 밀발생과에서 내부갈변과로 전환된 사과에서는 호흡량은 저장기간이 경과함에따라 호

흡량이 현저히 증대되었다. 즉 저장 60일 이후의 호흡량은 저장개시의 전진과의 호흡량의 약 2배의 호흡의 증대를 나타내었다. 이는 malic acid가 acetaldehyde와 ethanol로 대사되면서 탄산가스가 방출된 것으로 사료된다.

요 약

사과의 저장 중 내부갈변 장애는 밀발생에 의한 내부갈변, 저온장애 및 환경조절 기체인 탄산가스 장애에 의한 내부갈변 등으로 분류되며 본 연구에서는 CA저장 중 CA저장 조건이 과육갈변에 미치는 영향을 검토하였다.

사과의 크기와 수확시기와의 관계에서는 크기가 클수록, 수확시기가 늦을수록 내부갈변 발생률이 높았으며, 또한 탄산가스 농도가 증가할수록 장애발생률이 증가하였다.

장애과에서는 적정산도가 매우 낮고 그 결과 pH가 높으며, 가용성 고형물 함량은 낮았고, 탄산가스 생성량이 높았다. CA저장 조건은 산소농도 2%, 탄산가스농도 3%이하에서 가장 우수하였다.

장애발생의 징후를 예측할 수 있는 parameter로서는 CA저장 2개월 이내에 1) 적정산도의 감소 및 pH의 증가, 2) 가용성 고형물 함량의 감소, 3) 탄산가스 생성량의 증가 등이며, 사과의 CA저장 중 내부갈변 장애를 억제할 수 있는 CA저장방법은 수확 직후 일정기간 저온저장을 행한 후 CA조성을 행하는 지연CA저장 방법이라고 생각된다. 사과를 수확한후 빠른 시간내에 CA저장하는 것보다 저온에서 2개월간 저장한 후 기간을두고 단계적인 CA저장을 행하는 것이 장애발생 억제에 효과적이었다.

참 고 문 헌

1. 농수산물유통공사. (1995) 농수산물 무역정보 (KATI).
2. Smith, S., Geeson, J. and Stow, J. (1987) Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of film and coatings.

- Hort.Science, 22, 772-776
3. Smock, R. M. (1979) Controlled atmosphere storage of fruits. Horticultural Reviews. Vol. 1. Avi Publishing Co., Westport, Connecticut, U.S.A
4. 조한옥, 권중호, 변명우, 윤형식 (1984) 방사선 조사와 자연저온에 의한 마늘의 저장, 한국식품과학회지, 16, 66-70
5. Hadenburg, R. E., Watada, A. E., and Wang, C.Y.(1968) The commercial storage of fruits, vegetable and nursery stocks. UADA Agr. Research Service Agriculture Handbook, 66
6. Sharples, R. O. and Johnson, D. S.(1987) Influence of agronomic and climatic factors on the response of apple fruit to controlled atmosphere storage. HortScience, 22, 763-766
7. Faust, M., Shear, C. B. and Williams, M. W. (1969) Disorder of carbohydrate metabolism of apples. Bot. Rev., 35, 168-194
8. 工藤亞義 (1982) リンコのCA貯藏と現状の問題点. 日食工誌, 29, 435-441
9. 工藤亞義, 工藤仁郎, 齋藤貞昭 (1980) りんごのCA貯藏に關する研究.(第1報) 果實形質とCA效果. 園學要旨, 426-427
10. 工藤亞義, 工藤仁郎, 齋藤貞昭 (1981) りんごのCA貯藏に關する研究.(第2報) 收時期どCA效果. 園學要旨, 370-371
11. 三上敏弘 (1972) りんごの收穫條件と貯藏障害. 園藝學會シンポジウム講演要旨. 利用部會, 124-130
12. Williams, M. W. (1966) Relationship of sugars and sorbitol to watercore in apples. Proc. amer. Soc. Hort. Sci., 88, 67-75
13. 工藤亞義, 齋藤貞昭, 三上敏弘 (1981) りんご果實のCA貯藏に關する研究.(第1報) スタッキングデリシヤスに吸はず炭酸ガス酸素濃度の影響. 青森縣りんご試 驗場報告, 41-55
14. 최종욱 (1992) CA저장을 위한 사과 '후지'의 최적수확시기 결정에 관한 연구, 학술진흥재단 연구결과보고서, 1-19

15. 吉田亞義, 齋藤貞昭, 野呂昭司, 三上敏弘, 高橋正治 (1972) デリシャス系品種のゴム類似症に關する試験.(第4報)適正ガス濃度に關する試験. 園學要旨, 362-363
16. 森健, 村岡信雄, 伊坂孝, 田村太郎 (1980) りんごの 가스障害. (第6報) CA貯藏における入庫遲滯と貯藏障害との關係. 園學要旨, 428-429
17. Mcglasson, W. B. and Wills. R. B. H. (1972) Effect of oxygen and carbon dioxide on respiration storage life and organic acids of green bananas. *Aust. J. Biol. Sci.*, 25, 35-42
18. Anderson, R. E. (1967) Experimental storage of estem-growth Delicious apples in various controlled atmospheres. *Amer. Soc. Hort. Sci.*, 91 810-820

(1997년 11월 15일 접수)