

## 減壓에 의한 사과貯藏中の生理化學的變化에 관한 研究

孫 泰 華

(慶北大學校 農科大學)

(1976년 11월 30일 수리)

## Studies on the Psysio-Chemical Changes in Apple Fruits During the Storage Under Sub-atmospheric Pressure

Tae-Hwa Sohn

College of Agriculture, Kyung Pook Natl. University.

(Received Nov. 30, 1976)

### SUMMARY

In this experiment American Summer Fairman apple was selected as test fruit in order to study the effect of sub-atmospheric pressure storage in the apple.

Keeping a certain pressure condition, a new sub-atmospheric pressure system was designed and constructed in which fruits were stored at 25°C under two different atmospheric pressure conditions such as Normal Atmospheric Pressure (NAP) and Sub-Atmospheric Pressure (SAP). Moreover, they were divided into plots of 5% and 0% of CO<sub>2</sub>, on the basis of gas composition. Under these conditions, the amount of respiration and ethylene evolution, and the changes of intercellular gas composition and organic components were investigated throughout the storage.

The results obtained are as follows:

(1) The intercellular gas was exhausted so rapidly by the SAP treatment that the gas equilibrium in the tissues reached within 5 minutes.

(2) The amount of respiration was found to be higher in plots of NAP than SAP, and under the conditions, controlling CO<sub>2</sub> content, plots of CO<sub>2</sub> 5% were lower in the amount of respiration than CO<sub>2</sub> 0%.

The climacteric rise was revealed more slowly in plots of the SAP than NAP. These results indicate that the SAP treatment was an efficient method for controlling the respiration of fruits. Furthermore, these results were also realized with the results of the respiratory quotient (R.Q) and intercellular gas composition.

(3) Evolution of ethylene, the ripening hormone in plant, was shown the similar tendency to the climacteric pattern of respiration; at the stage of climacteric maximum, the maximum amount of ethylene was found earlier in plots of NAP than SAP, and post climacteric stage was prolonged in the plots of the SAP compared to those of the NAP.

The ethylene concentraion in tissue appeared lower in plots of the SAP than NAP,

which might suggest that the SAP treatment was caused to restriction of ethylene evolution.

(4) Effects of the SAP treatment mentioned hitherto were proved also with the test of the external appearance such as changes of color and freshness, firmness, rotting and weight loss.

(5) In the investigation of organic components, vitamin C and organic acids varied less in plots of SAP than NAP. Specially, it was remarkable that the loss of malic acid was least decreased by the SAP treatment. These effects of the SAP treatment were distinctive in the changes of the ratios of malic and citric acid to total acid, and the ratios of free sugar to free acid.

## 緒 言

靑果物の貯藏은 주로 溫度, 氣體組成, 壓力變化等 環境變化를 적당히 調節하여 理想的인 生理抑制를 行함으로써 그 目的을 達成할 수 있다고 하겠다. 靑果物の貯藏을 學術的으로 檢討하기 시작한 것은 19世紀 末頃이고 그 以前의貯藏은 經驗的인 것에 불과하였던 것이 점차 果實의 生理作用의 研究와 더불어 低溫에 依한 代謝抑制와 蒸散의 減少效果를 利用하고 있다. 그러나 低溫에 依한 生理障害<sup>(1,2,3,4,5,6)</sup> 現象이 나타나므로 이를 防止하는 研究도 行하였으며 그 後 1920年頃 Kidd 등이 貯藏庫內 O<sub>2</sub>量을 變化시켜 사과와 低溫貯藏을 시도하고 이에 따른 呼吸量의 變化를 比較 檢討함으로써 最初로 環境氣體組成的 調節 곧 CA貯藏의 效果가 認定되기 시작하였다.

한편 1918年 富樫等<sup>(7)</sup>은 감귤貯藏에 對한 CA 效果를 研究報告<sup>(8,9)</sup> 하였고, 岡本等<sup>(10,11)</sup>은 CA貯藏時 사과와 主酸인 malic acid의 消長을 보기 위하여 malic dehydrogenase의 活性度의 變化를 調査함으로써 CA貯藏의 基礎的인 理論을 세웠다. 그리고 CA貯藏의 適正條件<sup>(12,13)</sup>과 品種의 適性<sup>(14)</sup> CA貯藏에 따른 褐變發生<sup>(13,15)</sup>貯藏施設의 開發<sup>(16,17,18)</sup> 및 貯藏庫內에 蓄積된 揮發性 物質의 除去<sup>(19,20)</sup>等 CA貯藏에 따른 問題點에 對한 많은 檢討結果도 잇달아 報告되었다.

이와 같은 CA貯藏의 問題點 등을 是正하고 果實의 鮮度保持를 目的으로 마침내 減壓에 依하여 環境 gas 組成을 調整함으로써 果實을 貯藏코져 하는 研究를 가져오게 되었다.

減壓處理는 最初로 Asami<sup>(21)</sup>가 감의 脫澁에 適用하였으며, 1957年 Hummel等<sup>(22)</sup>은 시금치, tomato, 딸기等的 貯藏에 利用하였다. 또 Burg等<sup>(23)</sup>은 banana의 追熟抑制를 위하여 減壓을 시도하였던 바 16°C, 1/5氣壓下에서 約 3個月의 追熟抑制

效果를 얻었으며 그후 그의 研究에서는 1氣壓下에서 보다 1/2氣壓下에서 2倍, 1/3氣壓下에서 4.6倍의 貯藏效果가 나타났음을 報告하였으며 또 tomato, avocado, 黃桃에서도 같은 結果<sup>(24)</sup>를 얻었다.

이로부터 減壓貯藏의 可能性이 점차 認定되게 되었으며 最近 Tolle<sup>(25)</sup>는 tomato, Dilley<sup>(26)</sup>, Langridge<sup>(27)</sup>, 梔浦<sup>(28)</sup>는 사과, Pantastico等<sup>(29)</sup>은 lemon의 鮮度維持를 위하여 減壓을 利用한 貯藏法을 研究報告하고 있다. 또 1973年 Salunkhe等<sup>(30)</sup>은 복숭아, 서양배, 사과等に 減壓貯藏을 試圖한 바 현저한 貯藏效果를 얻었으며 最近 Loughed等<sup>(31)</sup>은 Dominion Aluminium Fabricating Ltd.의 減壓貯藏庫의 設計等 減壓貯藏의 實用化에 對하여 言及한 바 있다.

이에 筆者는 上記問題點의 一部를 改善할 目的으로 貯藏果實 自體에서 生成되는 CO<sub>2</sub>를 再利用하여 貯藏室內의 環境 gas組成을 調節하는 同時에 貯藏果實로 부터 生成된 植物成熟 hormone인 ethylene의 一部를 除去시켜 줌으로써 果實의 貯藏效果를 높일 수 있다고 생각하여 貯藏內의 壓力을 自動的으로 調節할 수 있는 減壓裝置를 開發 製作하였다. 그리고 이 裝置를 利用하여 貯藏效果가 가장 적은 品種인 祝을 試料로 하여 貯藏實驗을 行하고 貯藏에 따른 果實의 外觀調査 및 呼吸量의 變化를 測定하는 同時에 ethylene의 生成量과 主要成分의 變化를 調査함으로써 減壓에 依한 사과와 貯藏效果에 對하여 基本的인 原理를 究明하였기에 그 結果를 報告코져 한다.

## 供試材料 및 實驗方法

### 1. 供試材料

供試材料는 慶北 慶山郡 安心面 所在 果園에서 栽培되고 있는 30年生 果樹로 부터 祝果實(American Summer Pairman)을 收穫하여 使用하였다.

### 2. 試驗區分

Table 1. Classification of experiment

TMTS	Pressure	Gas composition		Note
		O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	
Normal atmospheric Pressure	760 Torr.	20	0	NAP-0
	760 Torr.	15	5	NAP-5
Sub-atmospheric Pressure	660 Torr.	20	0	SAP-0
	660 Torr.	15	5	SAP-5

試驗區分은 Table 1과 같이 區分하여 常溫(25°C)에서 試驗하였다.

3. 實驗裝置

1) 貯藏容器는 Fig. 1과 같다.

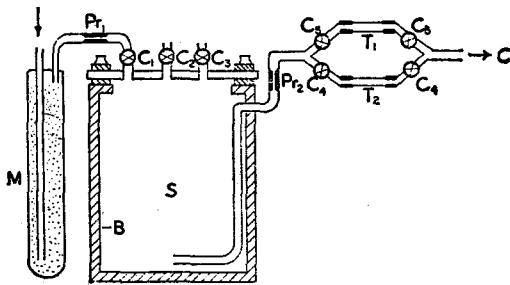


Fig. 1. Diagram of storage container.

- M : Moisture controller.
- S : Storage room.
- T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : By-pass.
- C<sub>1-5</sub> : Cocks.
- B : Styrofoam.
- Pr<sub>1</sub>, Pr<sub>2</sub> : Porus plug.
- C : To contact low vac. tank.

Fig. 1과 같이 内部에 styrofoam이 附着된 stainless steel板으로 製作한 것을 使用하였으며 tank (S)에 試料를 넣고 密閉한 다음 濕度調節裝置(M)를 cock C<sub>1</sub>에 連結하였다. S內를 減壓시킬 때에는 通氣量調節裝置(本研究室에서 製作한 porous plug)를 Pr<sub>1</sub> 位置에 固定시키고 또 常壓으로 할 때에는 Pr<sub>2</sub> 位置에 固定시켰다.

Storage tank內 排出氣體는 by-pass T<sub>1</sub> 또는 T<sub>2</sub>를 通하여 排出되어 C의 低減壓 tank(Fig. 2참조)로 連結된다.

2) 一定壓力調節裝置

一定壓力調節裝置는 Fig. 2와 같다.

P<sub>1</sub>은 設定壓力으로 調節된 低減壓 tank(容量 80 l)이고 P<sub>2</sub>는 高減壓 tank(容量 80l)이며 P<sub>1</sub>과 P<sub>2</sub>의 壓力差는 항상 P<sub>1</sub>>P<sub>2</sub>이다.

作動은 먼저 P<sub>2</sub>에 連結된 壓力調節裝置 PR<sub>2</sub>의

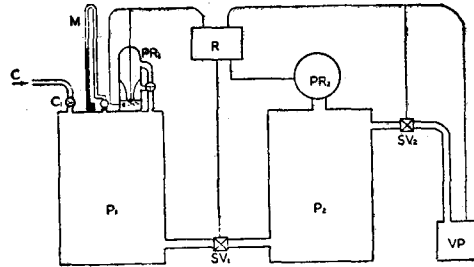


Fig. 2. Equipments of controlled sub-atmospheric pressure.

- P<sub>1</sub> : Low vacuum tank.
- M : Manometer.
- SV<sub>1</sub>, SV<sub>2</sub> : Solenoid valve.
- C<sub>5</sub> : Cock.
- P<sub>2</sub> : High vacuum tank.
- PR<sub>1</sub>, PR<sub>2</sub> : Autoproressure controller.
- R : Relay.
- VP : Vacuum pump.

信號로 vacuum pump (V.P.)가 動作하여 P<sub>2</sub>內의 氣體를 排出시킨다.

그리고 P<sub>2</sub> tank는 V.P의 動作 interval을 길게 하기 위하여 PR<sub>2</sub>의 relay를 特別히 設計製作하여 使用하였다.

3) 自動減壓 調節裝置

P<sub>1</sub>의 壓力調節은 自動壓力調節裝置(PR<sub>1</sub>)에 依해 調節된다. 自動調節裝置의 構造圖는 Fig. 3과 같다.

PR<sub>1</sub>은 P<sub>1</sub>과 三方 cock(T)로 連結되어 있다. PR<sub>1</sub>은 P<sub>3</sub>室과 P<sub>4</sub>室로 區分되어 있고, P<sub>3</sub>室과 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 飽和溶液이 들어있는 P<sub>4</sub>室은 서로 通하게 되어 있다. P<sub>3</sub>室로 부터 내려는 導線은 P<sub>3</sub>과 P<sub>4</sub>室의 壓力이 같을 때 그 끝이 電導液에 接觸되어 電導液을 通하여 電流가 通하게 된다. P<sub>3</sub>室의 壓力이 設定 減壓이 되면 P<sub>1</sub>의 壓力變化에 따라 電導液이 오르 내리게 되어 導線의 電流가 斷續된다. PR<sub>1</sub>이 調節 되면 C<sub>3</sub>의 cock를 通하여 C로 부터 貯藏 tank內의

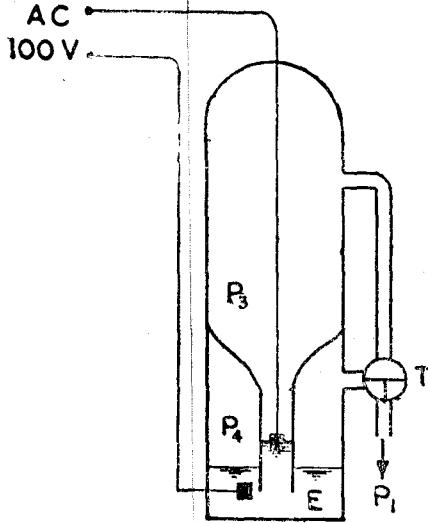


Fig. 3. Autopressure controller.  
E: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> saturated solution. T: T-cock.

氣體가 吸入되어 一定壓力를 維持하게 된다. 이때 自動壓力調節은 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>飽和溶液의 水柱가 ±3mm의 매우 우수한 感度였다.

#### 4. 呼吸量測定

##### 1) 個體呼吸

減壓이 果實의 呼吸에 미치는 影響을 알아보기 위한 試驗에서는 Biale<sup>(32)</sup>, 松本<sup>(33)</sup> 등의 通氣式 測定法에 準하였으며 變溫, 變壓時의 呼吸量은 大久保<sup>(34)</sup>의 密閉式 測定法을 適用하여 實施하였고 長期貯藏時의 呼吸量은 貯藏容器에 附着되어 있는 by-pass에서, 그리고 組織內氣體組成은 組織內氣體採取裝置(Fig. 4)에서 各各 試料氣體一定量을 注射器로 採取하여 Scholänder micro-gas analyzer로 測定하였다.

##### 2) 組織切片의 呼吸量測定

岡本<sup>(10)</sup>, 岩田等<sup>(35)</sup>의 方法을 修正한 內經 8mm의 stainless steel borer로 果實의 胴部를 採取하여 microtome으로 0.5mm 두께로 切片한 것 1g을 採取하여 Warburg檢壓計로 測定하였다. 이때 使用한 緩衝液은 phosphate buffer(pH 5.0)로서 30°C에서 測定하였다.

#### 5. Ethylene의 測定

Young等<sup>(36)</sup>의 Warburg's manometric method에 準하였다. 卽 0.25M-mercuric perchlorate 10ml를 捕集瓶에 넣고 20ml/min.로 20hrs. 通氣 시킨 후 이 mercuric perchlorate 3ml를 Warburg vessel의 main room에, 0.2N-HCl 2ml를 side room에 넣

고 30°C로 恒溫시킨 후 兩液을 混和시켜 이때의 發生氣體를 manometer로 測定하였다.

#### 6. 組織內氣體採取 및 測定方法

果實組織內部의 氣體採取는 Beyer等<sup>(37)</sup>의 裝置와 Bussel等<sup>(38)</sup>의 方法을 一部修正하여 Fig. 4와 같이 製作하여 使用하였다. Fig. 4의 A는 組織內部氣體의 脫氣裝置이고 B는 A에서 脫氣된 氣體를 捕集하고 그 容量을 測定하는 裝置이다.

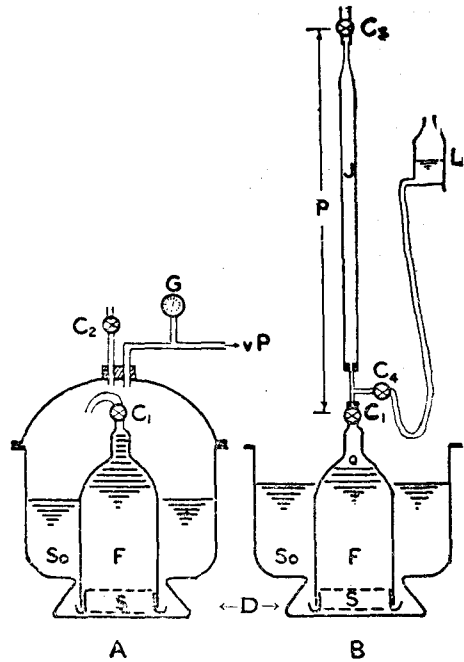


Fig. 4. Apparatus for intercellular gas extraction.  
D: Vacuum desiccator F: Collection flask  
C<sub>1-4</sub>: Cock S: Apple slicer  
G: Vacuum gage So: Sat Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution  
J: Gas buret L: Leveling bottle

卽 裝置 A는 眞空 desiccator(D)에 飽和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液을 適量채우고 여기에 사과切斷機(S)가 附着된 collection flask(F)에 있는 cock(C<sub>1</sub>)의 고무관으로 부터 吸引하여 collection flask內의 空氣가 完全히 除去되면 cock(C<sub>1</sub>)를 밀폐시킨다.

다음 果皮에 붙은 氣泡를 除去한 사과를 空氣가 들어가지 못하게 注意하면서 collection flask內에 넣고 flask를 눌러서 切斷시킨 후 desiccator뚜껑을 닫고 眞空펌프로 所定壓力까지 脫氣시킨다. 이때 組織內部로 부터 脫氣된 氣體는 collection flask上部(Q)에 捕集된다. 다음 一定時間後 常壓으로 하여 desiccator 뚜껑을 열고 B와 같이 裝置한다. 끝

leveling bottle(L)이 달린 gas buret(J)을 collection flask(F)와 고무관으로連結하고 P부분의空氣를 완전히除去시킨 후 cock C<sub>3</sub> 및 C<sub>4</sub>를 닫고 C<sub>1</sub>를 열고 F의 上部에 있는氣體 Q를 gas buret(J)로 옮겨測定한다.

果實內氣體의 總量은 10 Torr.에서 3分間 脫氣하여 그 量을 測定하였고 氣體組成調査는 400~420 Torr.에서 3分間 脫氣한 후 注射器로 採取하여 Scholänder micro-gas analyzer로 測定하였으며 測定の 全體操作時間은 5分 以內로 하였다.

#### 7. 外觀調査

外觀은 腐敗와 品質(鮮度, 地色, 萎凋, 生理障害)을 觀察하였으며 品質은 Panel test에 依하여 5段階로 區分評價<sup>(30)</sup>하였다.

#### 8. Chlorophyll의 定量<sup>(40)</sup>

生體 20gr을 마쇄한 후 acetone으로 완전히 試料가 無色이 될때까지 抽出한 후 ethyl ether로 分液하여 그 여액을 Shimadzu Double Beam Spectrophotometer에 依해 波長 660m $\mu$ 에서의 吸光度를 測定하여 O. D로 表示하였다.

#### 9. 硬度

硬度는 Universal Hardness Meter (Krya Co.)로 測定하였다.

#### 10. Pectin

試料의 調製와 抽出은 三浦<sup>(41)</sup>의 方法에 따라 可溶性 pectin, hexameta磷酸소다 可溶性 pectin 및 HCl可溶性 pectin의 3區分으로 分離抽出하였고 pectin의 定量은 Carré & Haynes의 變法<sup>(42)</sup>에 따라 pectin을 沈澱, 乾燥, 秤量하여 calcium pectate (%)로 表示하였다.

#### 11. 重量變化

貯藏中 사과의 重量은 個體別로 秤量하여 各區別로 合算하여 아래式에 依해 減少率로 表示하였다.

$$\text{減少率} = \frac{\text{測定時의 重量}}{\text{入庫時의 重量}} \times 100$$

#### 12. 全糖 및 還元糖

全糖은 果肉部 10gr을 細切하여 1hr. 酸分解시킨 後 이것을 濾過, 定容해서 可檢液으로 하였으며 還元糖은 果肉部 10gr.을 磨碎하여 浸出濾過 및 定容하여 可檢液으로 삼아서 Nelson-Somogyi法<sup>(43)</sup>으로 定量하였다.

#### 13. Vitamin C

Vitamin C는 Poe<sup>(44)</sup>의 2,4-dinitrophenylhydrazine法으로 定量하였다.

#### 14. 全酸 및 pH

果肉部 20gr을 磨碎한 後 濾過, 定容하여 可檢液으로 하여 pH를 測定하고 다시 0.1N-NaOH로 滴定하여 그 消費ml數를 malic acid로 換算하였다.

#### 15. 有機酸

有機酸은 Bulen<sup>(45)</sup>의 silica gel分配 chromatography法에 準하였다.

即 사과 果肉의 alcohol抽出液을 ion exchange resin(Amberlite IR 120 과 45)을 使用하여 分離한 非揮發性 有機酸을 分離한 後 同定, 定量하였다.

即 Wako gel C-200 column chromatograph用 silica gel(105°C에서 24時間 活性시킨 것) 8gr을 0.5N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5.5ml와 충분히 混和한 後 0.5N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 飽和된 chloroform을 加하여 混和해서 column을 作成하였다. 그리고 有機酸試料에 10N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.05ml를 加하여 충분히 混和하여 有機酸을 遊離狀態로 한 다음, 여기에 活性化시킨 silica gel 1gr을 加하여 混和한 後 作成한 column 上部에 옮겨서 Table 2의 展開液으로 fraction collector(M. R. K. mini type)를 使用하여 2.5ml씩 分取하였다.

Table 2. Developing solvents for separation of organic acids

Composition(%v/v)		Quantity(ml)
BuOH	CH <sub>2</sub> Cl	
0	100	25
5	95	25
10	90	25
15	80	25
20	85	25
30	75	25
40	60	50
50	50	100

分取한 各 fraction을 phenol red을 指示약으로 하여 0.01N-NaOH로 滴定하였다. 그리고 各 有機酸의 peak의 fraction을 0.1N-HCl로서 弱酸性으로 한 後 N-BuOH : formic acid : water(10 : 3 : 10)의 展開劑로 전개시키고 發色劑는 0.1% bromphenolblue를 使用하여 발색된 spot의 Rf值를 標準品과 比較하여 同定하였으며, 同定된 各 peak의 有機酸은 NaOH로 滴定하여 各 有機酸으로 換算하였다.

## 結 果

1. 減壓에 의한 組織內氣體의 變化  
減壓으로 因하여 果實內氣體가 貯藏環境으로 排

出되는데 이는 減壓度에 따라 排出速度가 相異하  
며 나아가서 果實의 追熟生理作用에 至大한 影響  
을 미치기 때문에 減壓度의 設定은 무엇보다 重要  
한 것으로 생각된다.

Table 3. Changes of intercellular gas volumes by external pressure

(V/W-F.W)

Pressure	Time(min.)						Theoretical value
	0	5	10	30	60	120	
660 Torr.	37.7~34.2	32.2~31.5	31.9~31.2	31.8~31.5	31.9~31.2	31.8~31.4	32.7~29.7
360 Torr.		18.7~17.7	17.9~17.4	17.2~17.0	17.4~16.9	17.3~17.0	17.9~16.2

Table 3은 減壓度를 달리하였을 때의 組織內氣  
體量의 變化이다.

Table 3에서 보는바와 같이 果實組織이 貯藏室  
의 壓力에 도달하는 時間은 減壓度에 關係없이 大  
體로 設定壓力에서 5分 以內에 平衡에 到達함을  
알 수 있다.

### 2. 減壓이 呼吸에 미치는 影響

#### 1) 呼吸量의 變化

祝果實의 貯藏에 따르는 呼吸量의 變化를 究明  
하기 위하여 重量 120~150gr의 果實 1個씩을 500  
ml容量의 유리병에 넣어 通氣式測定法으로 呼吸量  
을 測定한 結果는 Fig.5와 같다.

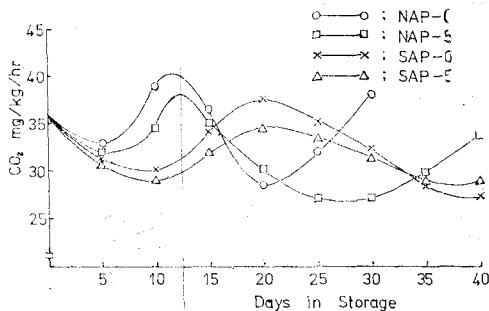


Fig. 5. Effects of sub-atmospheric pressure on the production of CO<sub>2</sub> in American Summer Pairman at 25°C

Fig.5에서와 같이 NAP-0區에서는 收穫後 呼  
吸量이 減少하다가 貯藏後 5~6日頃에 climacteric  
onset를 나타내어 12日 頃에는 climacteric maxi-  
mum에 到達하였으며 그 以後는 계속 감소하다가  
20日 頃부터 呼吸量의 二次上昇을 나타내었다.

NAP-5區에서는 亦是 NAP-0區와 類似한 傾向  
이었으나 climacteric maximum의 呼吸量이 39.5

mg/kg/hr로 NAP-0區의 43.2mg/kg/hr보다 多少  
적었으며 呼吸의 二次上昇時期가 NAP-0區에 비해  
10日가량 늦게 나타났다.

그러나 SAP-0區는 pre-climacteric stage기간이  
NAP區 보다 10日 程度 延長되었으며 또 climac-  
teric onset stage에서 climacteric rise에 이르는 기  
울기도 완만하였다. 또 climacteric maximum stage  
에 到達하는 時間도 NAP區 보다 6日 程度 늦게  
나타났으며 貯藏 40日이 경과할 동안에도 呼吸의  
二次上昇現象은 거의 나타나지 않았다.

그리고 SAP-5區도 SAP-0區와 거의 類似한 傾  
向을 보여 주었다.

#### 2) Ethylene 生成

果實의 成長 및 追熟時에 나타나는 呼吸의  
climacteric rise現象은 果實에서 生成되는 ethylene  
의 含量과 一連의 關係가 있으므로 減壓貯藏中  
ethylene 生成量의 變化를 測定한 結果는 Fig.6과  
같다.

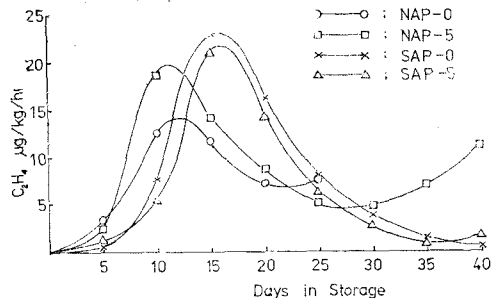


Fig. 6. Effects of sub-atmospheric pressure on the ethylene evolution in American Summer Pairman at 25°C.

ethylene의 生成曲線은 다같이 呼吸量의 變化와  
類似한 傾向을 나타내었다.

即 處理區別로 보면 NAP-0區에서는 呼吸의

climacteric rise의 maximum stage에서 ethylene이急増한後 점차減少하다가 24日頃 다시増加하였고 NAP區는 그區 모두 類似한 傾向이었으며 그生成量은 SAP區 보다 多少 적었다.

그러나 SAP-0區에서는 NAP區와 比較하면 climacteric maximum stage에서 生成量이 増加하였으며 增加時期도 呼吸傾向과 비슷하게 5~6日程度 늦게 나타났다.

3) 組織內의 CO<sub>2</sub>와 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>의 變化

全果의 呼吸量調査結果 減壓이 climacteric peak 發現을 遲延시킨다는 것을 確認하여 이와같은 現象과 果實의 組織內 CO<sub>2</sub>濃度와의 關係를 찾기 위하여 果實組織內 CO<sub>2</sub> 含量을 調査한 結果는 Fig. 7과 같다.

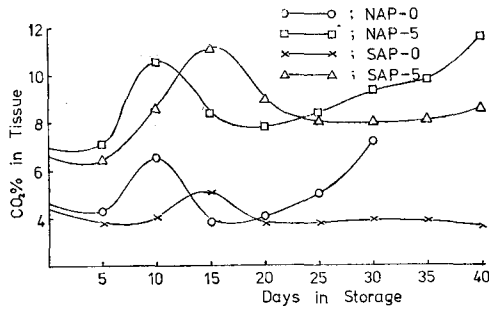


Fig. 7. Effects of sub-atmospheric pressure on the concentration of intercellular CO<sub>2</sub> of American Summer Pairman at 25°C.

貯藏中의 組織內 CO<sub>2</sub>濃度는 全體의으로 増加하여 NAP-0區와 NAP-5區에서 貯藏 9日頃 SAP-0區와 SAP-5區에서는 16日頃에 組織內 CO<sub>2</sub>濃度の

最高值를 보여 주었다.

그리고 貯藏後期에 NAP-0, NAP-5區에서는 呼吸의 急増現象이 나타났는데, 이것은 二次呼吸의 急増과 同一한 現象이었다.

組織內 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>의 濃度を 調査한 結果는 Fig. 8과 같다.

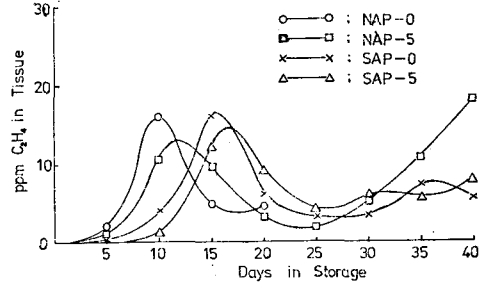


Fig. 8. Effects of sub-atmospheric pressure on the concentration of intercellular C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> of American Summer Pairman at 25°C.

果實內 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>의 生成 pattern은 呼吸의 climacteric pattern과 一致하였다.

3. 減壓貯藏時의 品質 및 成分變化

1) 外觀變化

減壓貯藏中 外觀上으로 본 鮮度의 變化를 果皮色(地色)의 變化와 함께 관찰한 結果는 Table 4와 같다.

Table 4에서 나타난 바와 같이 NAP區는 貯藏 10日 頃부터 地色の 變化가 시작되어 貯藏 20日 頃부터 黃綠色을 나타내었으며 ethanol等 醱酵臭가 생기면서 鮮도가 떨어져서 현저한 品質의 低下를 나타내었다.

Table 4. Effects of sub-atmospheric pressure storage on the color and freshness of apple (American Summer Pairman)

TMTS	Quality	Days in storage			
		10	20	30	40
NAP-0	Color	++	+	-	--
	Freshness	++	-	--	--
NAP-5	Color	+++	++	+	-
	Freshness	+++	+	-	--
SAP-0	Color	+++	+++	+++	++
	Freshness	+++	+++	+++	++
SAP-5	Color	+++	+++	++	++
	Freshness	+++	+++	++	++

Color		Freshness	
+++ : Deep green	++ : Green	+++ : Excellent	++ : Good
++ : Yellow green	+ : Yellow	++ : Fair	+ : Poor
++ : Deep yellow		-- : Bad	

그러나 SAP-0區와 SAP-5區에서는 다같이 地色이 綠色을 維持하였고 또 新鮮도가 NAP區에 比하여 貯藏末期까지 極히 良好하였다.

貯藏中の 腐敗率을 測定한 結果는 Table 5와 같다.

腐敗率에 있어서는 NAP-0區와 NAP-5區는 貯藏 40日頃에 各各 90%와 85%이었으며 SAP-0區와 SAP-5區에서는 貯藏末期까지 5%程度의 腐敗率을 나타낸 것으로 미루어 앞서 調査한 外觀變化와 一致함을 알 수 있었다.

그리고 사과 地色變化와 관련해서 chlorophyll 含量的 變化를 보면 Table 6과 같다.

**Table 5.** Effects of sub-atmospheric pressure storage on the rot of apple (American Summer Pairman)

TMTS	Days in storage			
	10	20	30	40
NAP-0	—	12	28	50
NAP-5	—	8	27	48
SAP-0	—	—	2	3
SAP-5	—	—	3	3

**Table 6.** Effects of sub-atmospheric pressure storage on the content of chlorophyll of apple (American Summer Pairman)

TMTS	Days in storage			
	10	20	30	40
NAP-0	.3685*	.3010	.2570	.1244
NAP-5	.3686	.3063	.2678	.2568
SAP-0	.3788	.3726	.3701	.3686
SAP-5	.3778	.3706	.3695	.3542

\*Optical density of ether extracts at 660m $\mu$ .

貯藏中에는 NAP-0區와 NAP-5區는 急激히 減少하는데 비해 SAP-0區와 SAP-5區는 貯藏初期와 거의 同一하였으므로 이것은 앞서 記述한 外觀上의 變化와 一致하였다.

處理區別 硬度的 變化는 Table 7과 같다.

硬度的 變化는 減壓區가 常壓區에 比하여 減少가 적었으며 處理區別로 보면 SAP-0區>SAP-5區>NAP-5區>NAP-0區의 차례로 SAP-0區 및 SAP-5區에서 果實의 軟化抑制效果가 있었다.

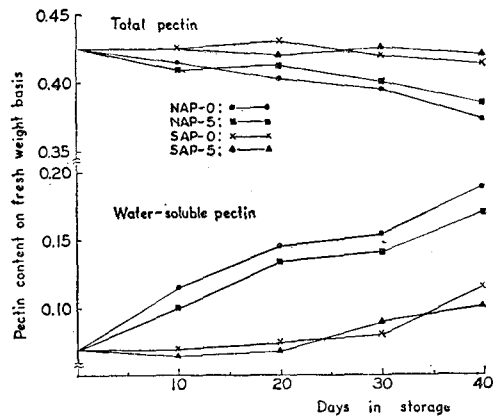
## 2) Pectin의 變化

處理區別 pectin의 變化는 Fig. 9와 같다,

**Table 7.** Effects of sub-atmospheric pressure storage on the hardness of apple(American Summer Pairman)

TMTS	Days in storage			
	10	20	30	40
NAP-0	2.89*	2.68	1.92	1.21
NAP-5	2.96	2.63	2.08	1.49
SAP-0	3.21	3.03	2.89	2.45
SAP-5	3.01	2.97	2.85	2.69

\*Initial hardness; 3.41kg/cm<sup>2</sup>



**Fig. 9.** Effects of sub-atmospheric pressure on the total and water-soluble pectin during storage of American Summer Pairman at 25°C.

NAP-0區와 NAP-5區의 total pectin의 減少率은 SAP-0區와 SAP-5區에서 보다 크게 저하하였는데 비해 水溶性 pectin은 현저히 增加됨을 볼 수 있었다.

## 3) 重量의 變化

Fig. 10은 貯藏中 果實의 重量變化를 나타낸 것이며 貯藏初期에는 SAP區가 NAP區보다 重量減少率이 높은 傾向이었으나 貯藏日數가 경과함에 따라 反對로 NAP區의 減少率이 높게 나타났다.

即 初期 10日 頃에는 SAP區가 0.7%, NAP區가 0.5%로 SAP區가 약간 높았으며, 그 이후는 NAP區의 減少率이 높아서 貯藏 40日 頃에는 NAP-0區가 4.5%, NAP-5區가 3%로 나타났는데 비해 감압구는 SAP-5區가 1.9%, SAP-0區가 1.5%로서 SAP-0區에서 重量減少가 가장 적었다.

## 4) 糖分의 變化

貯藏中 遊離糖 및 還元糖의 變化는 Table 8, 9와 같다.



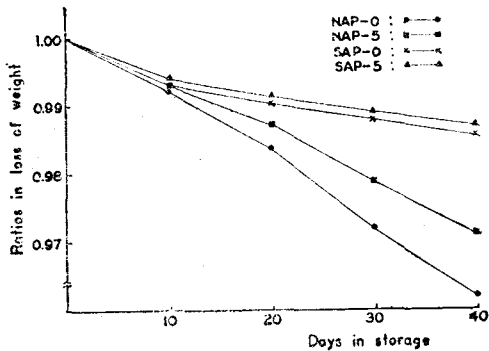


Fig. 10. Effects of sub-atmospheric pressure on the loss of weight during storage of American Summer Pairman at 25°C.

Table 8. Effects of sub-atmospheric pressure storage on the loss of total sugar of apple (American Summer Pairman)\*\*

TMTS	Days in storage			
	10	20	30	40
NAP-0	7.59*	7.21	7.04	6.85
NAP-5	7.43	7.22	7.14	7.00
SAP-0	7.40	7.62	7.36	7.30
SAP-5	7.41	7.59	7.33	7.25

\* Sugar gr/100gr fruit

\*\* Intial content; 7.41g/100gr

Table 9. Effects of sub-atmospheric pressure storage on the loss of reducing sugar of apple (American Summer Pairman)\*\*

TMTS	Days in storage			
	10	20	30	40
NAP-0	5.78*	5.94	6.18	5.42
NAP-5	5.74	5.85	6.04	5.42
SAP-0	5.69	5.76	5.70	5.72
SAP-5	5.65	5.72	5.72	5.75

\* Sugar g/100g fruit

\*\* Intial content; 5.65g/100g.

全糖의 변화는 全般的으로 減少하는 傾向이었으며 그 減少는 NAP區가 SAP區보다 높았다. 即 貯藏 40日 頃에 NAP-0區가 6.85%, NAP-5區가 7.00%, SAP-0區가 7.30%, SAP-5區가 7.25% 로서 減壓區에서 全糖의 減少는 낮았다.

그리고 還元糖의 변화는 SAP區에서도 兩區 다 같이 계속 增加하는데 비해 NAP區에서는 40日 頃

에 減少를 보였다.

### 5) Vitamin C의 변화

貯藏中 vitamin C의 변화는 Fig.11과 같다.

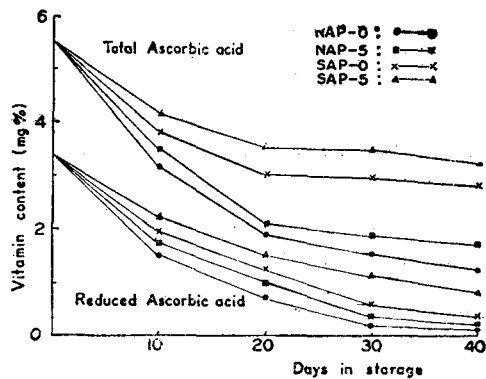


Fig. 11. Effects of sub-atmospheric pressure on the vitamin C content during storage of American Summer Pairman at 25°C.

Fig.11에서 보던 total ascorbic acid의 減少率은 貯藏中 NAP處理區에서 激減하는데 비해 SAP區는 完滿히 減少하는 傾向이었으며 特히 reduced ascorbic acid가 NAP處理에서 貯藏 40日에 0.2~0.4%로 減少됨을 볼 수 있었다.

### 6) 酸度 및 pH의 변화

貯藏期間中 total acid와 pH의 變化를 測定한 結果는 Table 10,11과 같다.

Table 10. Effects of sub-atmospheric pressure storage on the decrease of acid contents as malic acid of apple (American Summer Pairman)

TMTS	Days in storage					(%)
	0	10	20	30	40	
NAP-5	0.53	0.43	0.32	0.26	0.20	
NAP-5	0.53	0.47	0.41	0.34	0.28	
SAP-0	0.53	0.51	0.49	0.47	0.42	
SAP-5	0.53	0.51	0.47	0.44	0.40	

Table 10에서 보는 바와 같이 一般的으로 酸度의 變化는 全貯藏期間동안 減少하는 傾向이었는데 NAP區가 SAP區보다 含量의 減少가 크게 나타났다.

그리고 Table11에서 보는 바와 같이 pH의 變化

**Table 11.** Effects of sub-atmospheric pressure storage on the pH of apple (American Summer Fairman)

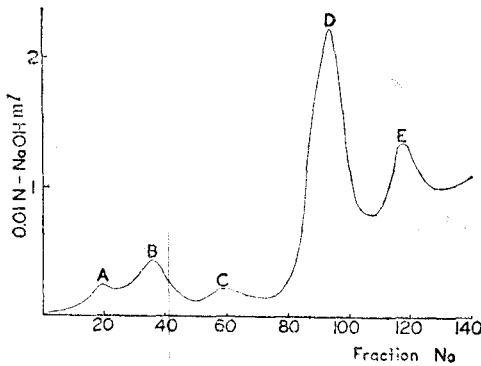
TMTS	Days in storage				
	0	10	20	30	40
NAP-0	3.57	3.67	3.69	3.71	3.74
NAP-5	3.57	3.63	3.65	3.69	3.70
SAP-0	3.57	3.62	3.62	3.65	3.66
SAP-5	3.57	3.65	3.64	3.66	3.68

는 다같이上昇하는 傾向이었는데 處理區別로 큰 差異를 볼 수 없었다.

7) 有機酸의 變化

① 有機酸의 檢索

有機酸은 糖과 더불어 高等植物에 널리 分布되어 있고 味覺上에도 重要한 因子일 뿐 아니라 TCA-cycle等 生理的인 면에서도 密接한 關係가 있는 것이므로 이의 檢索은 果實의 生理的인 面을 보는데 매우 重要한 것으로 알려져 있다.



**Fig. 12** Chromatogram of organic acids. A, Fumaric acid. B, Succinic acid. C, Oxalic acid. D, Malic acid. E, Citric acid.

**Table 12.** Identification of organic acids isolated from apple (American Summer Fairman)

Peak	Fraction No.	Rf		Acid
		Measured	Authentic	
A	19	0.96	0.95	Fumaric acid
B	38	0.88	0.89	Succinic acid
C	59	0.09	0.05	Oxalic acid
D	92	0.57	0.58	Malic acid
E	118	0.50	0.49	Citric acid

Fig. 12에서 보는 바와 같이 peak A, B, C, D 및 E 를 chromatography法으로 同定하였던 바 Table 12와 같은 結果를 얻었다.

② 貯藏中 有機酸의 變化

이들 各 有機酸의 貯藏中의 量的인 變化를 算出하였던 바 Table 13에서 보는 바와 같이 malic acid와 citric acid가 全酸의 大部分을 차지하였다.

그리고 이들을 全酸에 對한 비율을 算出하였던 바 Table 14와 같은 結果를 얻었다.

Table 13과 14에서 보면 malic acid가 454mg/100gr으로 全酸의 89.7%를 차지하며 다음은 citric acid가 15mg/100gr으로 全酸의 6.9%를 차지하는 것으로 보아 主酸은 malic acid임을 알 수 있었다.

그리고 貯藏中 主酸인 malic acid의 減酸傾向은 SAP區에서 完만한데 比하여 NAP區는 상당히 심한 減少를 보여주고 있었다.

③ 貯藏中 糖酸化의 變化

果實의 甘味는 糖의 種類나 量뿐만 아니라 酸含量과의 均衡 即 糖酸比와도 깊은 關係가 있으므로 貯藏中 糖酸比의 變化를 算出한 結果는 Table 15와 같다. 貯藏日數가 경과함에 따라 NAP區는 모두 심한 變化가 일어나는데 比해 SAP區는 完만한 變化를 보였다.

**Table 13.** Effects of sub-atmospheric pressure storage on the organic acid of apple (American Summer Fairman) (mg%/100Gr. F. W)

TMTS	Days	Fum.	Suc.	Oxal.	Mal.	Cit.	Total value
	0	12	3.2	1.6	454	35	505.8
NAP-0	40	Trace	—	—	180	15	195.0
NAP-5	40	Trace	—	—	240	23	263.0
SAP-0	40	4	0.8	0.2	375	28	408.0
SAP-5	40	3	—	—	361	26	390.0

**Table 14.** Changes in ratios of malic acid and citric acid to total acid and ratio of malic acid to citric acid during sub-atmospheric pressure storage

TMTS	Days	Malic (%)	Citric (%)	Mal./Cit.
	0	89.7	6.9	13.0
NAP-0	40	92.3	7.6	12.2
NAP-5	40	91.2	8.8	10.4
SAP-0	40	91.9	6.8	13.5
SAP-5	40	92.6	6.6	14.0

**Table 15.** Changes in ratio of total sugar to free acid of during storage of American Summer Pairman

TMTS	Days	Total sugar	Total acid	Sugar/Acid
	0	7.41	0.53	13.9
NAP-0	40	6.85	0.20	34.2
NAP-5	40	7.00	0.28	28.5
SAP-0	40	7.30	0.42	17.4
SAP-5	40	7.25	0.40	18.1

8) 組織呼吸의 變化

果實의 組織切片의 呼吸量을 Warburg檢壓計로 測定한 結果는 Table 16에서 보는 바와 같다.

**Table 16.** Effects of sub-atmospheric pressure on the oxygen uptake and the respiratory quotient of slices during storage of American Summer Pairman at 25°C

TMTS	Days in storage				
	0	10	20	30	40
NAP-0 O <sub>2</sub> μl/g/hr	52.6	50.5	60.5	53.1	59.5
NAP-0 R.Q	1.02	1.05	1.25	1.30	1.55
SAP-5 O <sub>2</sub> μl/g/hr		52.1	61.7	55.4	65.0
SAP-5 R.Q		1.04	1.22	1.29	1.40
SAP-0 O <sub>2</sub> μl/g/hr		48.0	56.2	52.5	51.2
SAP-0 R.Q		1.02	1.09	1.08	1.07
SAP-5 O <sub>2</sub> μl/g/hr		49.5	55.2	56.5	52.5
SAP-5 R.Q		1.02	1.04	1.14	1.15

貯藏中 祝의 酸素吸收量과 RQ의 變化에 있어서 O<sub>2</sub>吸收量은 全區가 한번 減少하였다가 그 後 다시 增大되었으며 RQ에 있어서는 貯藏中 漸增하는 傾向이었고 品質의 劣化가 甚한 NAP區는 20日 째에

急增하였다.

考 察

祝果實의 貯藏壽命을 延長하기 위하여 減壓處理를 行하고 이에 따른 呼吸의 climacteric pattern에 미치는 影響과 ethylene의 變化를 品質面 및 生理的인 面과 연관시켜 考察코져 한다.

1. 減壓裝置

減壓處理를 爲한 裝置의 主要部分은 減壓容器, 一定減壓調節裝置, 通氣量調節裝置 및 加濕裝置의 四部分으로 나눌 수 있다.

減壓容器는 대개의 경우 vaccum desiccator를 利用하고 있으나 저자는 stainless steel을 材料로 密閉가 可能한 容器를 製作하였으며 果實이 金屬面에 直接 接觸되므로서 일어나는 異常現象을 防止하기 爲하여 斷熱劑로 널리 利用되는 styrofoam을 内部에 부착시켰다. 그리고 減壓貯藏은 密閉貯藏이므로 必要한 酸素의 供給과 排出된 CO<sub>2</sub> 및 기타 揮發性物質을 除去하면서 設定減壓을 維持할 수 있는 通氣裝置가 重要하다. 著者は 粒子가 同一한 粉末 珪藻土로서 초벌구이 한 것은 面積과 길이에 比例하여 氣體를 透過시킨다는 것을 利用하여 直接 製作使用하였고 이것은 貯藏容器에 設置하는 位置에 따라 容器內를 減壓 또는 常壓으로 印의로 調節할 수 있고, 또 通氣量을 調節함으로써 貯藏容器內의 環境氣體濃度를 調節할 수 있었다. 그리고 通氣式 減壓法에서 가장 問題가 되는 것은 一定減壓의 維持이며 減壓을 利用한 研究者들이 가장 고심하는 問題이기도 하다.

梶浦<sup>(6)</sup>는 水壓管의 水位를 變更시킴으로서 所定 壓力을 얻고 있는데 이때에 壓力의 變動은 5mm Hg라 하였고, Tolle<sup>(25)</sup>, Wu<sup>(46)</sup>, Burg<sup>(47)</sup>等도 이와 類似한 裝置로서 減壓을 調節하고 있으나 이들은 大部分 水壓의 變化에 따라 減壓의 變動이 심하여 長期貯藏에의 應用에는 많은 애로를 느끼고 있다. 이에 저자는 Fig. 3에서 보는 바와 같은 裝置를 考案하여 壓力調節은 勿論 設定壓力에 對한 誤差도 減少시킬 수 있었으며 그 感度는 水銀壓力計로는 測定할 수 없었으나 다만 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>飽和溶液으로 ± 3mm 程度로 그 感度는 良好하였다.

2. 減壓貯藏에 따른 生理的 變化

一般的으로 果實은 相當한 量의 氣體를 組織内部에 含有하고 있다.<sup>(48,49)</sup> 그리고 組織內 氣體組成은 生理的으로 相當한 意義를 가지며 이것은 또 한 外部環境의 變動에 따라 影響을 크게 받게되는

것으로 생각되고 있다.

Bussel等<sup>(57)</sup>은 Bartlett에서  $\gamma$ 線 照射時 gas exchange에 있어서 酸素은 18分 以內에 果實의 內外部로 移動한다는 報告와 水野<sup>(60)</sup>는 温州밀감의 CA貯藏에 있어서 環境氣體組成과 組織內의 gas 交換速度를 測定하였던 바 4時間 以後에 平衡에 到達한다는 報告 등이 있다.

祝을 試料로 하여 減壓程度를 달리하여 調査한 바 果實組織內氣體는 環境減壓에 따라 比例的으로 減少하여 設定減壓度에서의 理論排出量과 거의 一致하는 傾向으로 보아 果實內 減壓도 環境減壓과 同一함을 確認하였고 排出速度는 設定減壓度에 關係없이 5分 以內에 平衡에 到達함을 볼때 減壓條件에서의 여러가지 生理作用은 減壓을 設定함과 同時에 일어나고 또한 減壓에 의해 生理作用에 至大한 影響을 미칠것으로 생각된다.

CA條件은 一般的으로 青果物의 種類에 따라 濃度의 差異가 있으나  $O_2$ 濃도가 低下할 수록 果實의 呼吸量이 減少된다는 報告<sup>(51)</sup>가 있으며,  $O_2$ 와  $CO_2$ 濃도를 3%로 調節한 變形大氣中에 貯藏한 果實이 冷溫貯藏한 果實에 비해 그 呼吸量은 半으로 抑制되며, 그 결과 果實의 酸味の 손실이 적어 果實의 鮮度維持가 우수하였으며<sup>(52,53)</sup> 또 Young<sup>(54)</sup>는 banana의 CA貯藏 試驗에서 air區에서 climacteric rise가 6日에 나타나며 10%  $O_2$ 區에서는 이보다 10日 늦은 16日경, 10%  $O_2$ +5%  $CO_2$ 區에서는 30日頃, 10%  $O_2$ +10%  $CO_2$ 區에서는 50日이 지나도 climacteric rise가 나타나지 않는 것으로 미루어 이는 環境氣體組成變化에 의한 呼吸抑制現象에 기인하는 것이라 추정하고 있다.

本實驗에서도 SAP-0區와 SAP-5區가 NAP區에 비해 貯藏中 呼吸量이 低下되었으며 특히 climacteric rise의 發現이 SAP區가 NAP區 보다 約 7日 늦게 발현되는 것으로 보아 減壓이 果實의 呼吸抑制는 물론 climacteric rise도 지연시키는 것이 아닌가 생각된다. 또 청과물은 저장중 ethylene의 發生이  $CO_2$ 의 發生을 촉진시킨다는 것을 알고<sup>(55,56)</sup> climacteric pattern과  $C_2H_4$ 生成의 有關性으로 果實을 분류하고 있다.<sup>(57)</sup> 또한 Pratt<sup>(58)</sup>는 呼吸의 climacteric rise에 따라 ethylene이 生成되며 이 ethylene발생의 상승은 呼吸의  $CO_2$ 발생과 同時에 일어나지 않으나  $O_2$ 농도의 變化에 따라 그들의 발생량도 변화한다는 보고가 있다. 또 산소증가에 따른  $CO_2$ 와  $C_2H_4$ 생성의 climacteric pattern에 관한 水野<sup>(60)</sup>의 報문에서 酸素濃도가 低下되면  $CO_2$

와  $C_2H_4$ 의 生成量도 減少되고, 또한 climacteric stage도 지연되며 특히  $O_2$ 濃도가 3% 以下일 경우에는  $CO_2$ 와  $C_2H_4$ 의 climacteric pattern이 發現되지 않는다는 보고가 있다.

減壓이 사과와 ethylene生成에 미치는 영향을 조사한 결과 初期에 있어서는 減壓區에서 ethylene生成이 높은 경향을 나타내지만 후기에서는 ethylene 생성량이 減壓區가 常壓區에 비해 減少하는 傾向고 減壓區에서  $C_2H_4$ 發生의 急增時期가 常壓區에 비해 지연되는 점등으로 추론해 볼 때 果實의 貯藏性은 10日 程度 더 延長되며 이를 低溫에서 貯藏하면 더욱 효과가 있을 것으로 생각된다.

그리고 減壓에 의하여 果實組織內 氣體含量의 減少와 이에 따른 變形氣體組成에 의한 組織內 氣體組成에도 差異가 있음을 알았다. 即 減壓區의 呼吸의 減少는 climacteric rise동안의 組織內  $O_2$ 濃度の 減少로  $O_2$ 의 높은 利用에도 不拘하고 減壓이라는 物理的現象에 의한 酸素分壓의 低下로 呼吸이 抑制된 것이라 하겠다. Bartlett品種에서 組織內의  $O_2$ 濃도는 照射區가 無處理區에 비해 보다 낮은 含量이었는데<sup>(58)</sup> 이것은  $\gamma$ 線照射에 기인된 呼吸의 增加라고 報告하였다. 또한 William等<sup>(59)</sup>은 呼吸率이 低下될 때 果芯部의  $O_2$ 濃도가 높았고 climacteric rise中 呼吸의 上昇과 함께 組織內  $O_2$ 는 減少된다는 報告가 있다. 逆으로 생각하면 組織內  $CO_2$ 가 增加된다고 할 수 있으며<sup>(60)</sup> 따라서 本實驗에서도 處理區別  $CO_2$ 濃도는 William等의 結果<sup>(59)</sup>와 一致됨을 알 수 있었다. 또한 이것은 Hall<sup>(60)</sup>과 Smith<sup>(61)</sup>의 結果와도 一致하며 그들은 침투성이 減少된것은 果實의 外皮 등의 物理的 내지 化學的變化에 기인된다는 것과 같다고 思料된다.

### 3. 減壓貯藏에 따른 外觀變化

減壓貯藏中의 硬度的 變化에 대하여 Salunkhe等<sup>(60)</sup>은 品種 Red King에서 278mmHg 處理區가 對照區에 비해 3.5個月 間이나 貯藏生命을 延長시킬 수 있음을 示唆하고 있다. 이와같이 減壓貯藏은 果實의 軟化 및 腐敗를 지연시키는데 이것은 大氣中의 壓力을 減少시키므로 利用되는  $O_2$ 의 量이 減少되어 結果的으로 果實의 熟度を 지연시킨다고 하겠다.<sup>(24)</sup> 그러나 Burg等<sup>(47)</sup>은 減壓의 手段으로 果實內에 ethylene이 쉽게 除去되어 果實의 貯藏性을 높인다고 強調하고 있다.

果色의 變化에 關하여는 사과<sup>(28)</sup>, 복숭아<sup>(28)</sup> 등의 地色の 黃色化가 減壓下에서 지연되었으며 toma-

to<sup>(46)</sup>와 배<sup>(30)</sup>에서는 減壓도가 높을 수록 chlorophyll의 分解가 遲延된다는 報告가 있다. 그리고 果肉의 軟化는 복숭아<sup>(28)</sup>, 배<sup>(30)</sup> 등에서 減壓도가 클 수록 軟化가 抑制되며 果實의 硬度는 pectin質과 密接한 關係를 가지고<sup>(62)</sup> 品質과 食味에 重要な 役割을 한다고 하였다. 三浦<sup>(63)</sup>는 Delicious apple을 收穫後의 硬度和 pectin質과의 調査에서 硬度가 低下된 果實은 粉質化하며 品質은 劣化된다고 하였다. 배<sup>(40)</sup>와 banana<sup>(64)</sup>의 pectin의 調査에서 追熟中 水溶性 pectin은 增加하고 總 pectin은 減少하는 傾向이었다는 報告 等도 있다.

本 實驗에서도 水溶性 pectin의 增加速度는 NAP-O>NAP-5>SAP-0, SAP-5區의 順인 것으로 보아 硬度變化와 一致되는 傾向이 있음을 알 수 있다.

梶浦<sup>(28)</sup>도 高溫下에서 tomato “大久保”品種을 追熟시켰을 경우 減壓區에서 軟化抑制效果가 있었다는 報文이 있다. 따라서 SAP貯藏區에서 地色の 變化, 腐敗率 및 chlorophyll含量的 變化가 NAP區 보다 현저히 적었고 이는 呼吸의 抑制와 ethylene의 除去에 依한 追熟抑制效果에 起因한 것으로 생각되며, 이는 Salunkhe等<sup>(60)</sup>의 보고와도 一致되는 것으로 생각된다.

#### 4. 減壓貯藏에 따른 成分의 變化

果實속에 含有되어 있는 炭水化物的 大部分은 單糖類이며 그중 主要한 것은 sucrose, glucose, fructose이다. 이들은 未熟果實에서 볼 수 있는 starch의 分解에 의하여 生育後期에서 부터 수확後 장중의 熟成期間 동안에 增大되는 傾向도 있으며 貯藏末期에는 呼吸基質로 되어 소비되기도 한다<sup>(64)</sup>

本 實驗에서도 貯藏中 糖의 變化는 크게 나타나지 않았으며 SAP區에서 貯藏 40日까지 還元糖이 增加하는 것으로 보아 糖이 呼吸基質로의 利用은 많지 않은 것으로 생각되며 同一한 傾向이 岡本의 사과 CA貯藏<sup>(65)</sup>, 梶田의 綠熟 banana의 CA貯藏<sup>(66)</sup> 및 Wu<sup>(46)</sup>와 Salunkhe等<sup>(60)</sup>의 tomato減壓貯藏에서도 나타났으며 Salunkhe等<sup>(67)</sup>의 低酸素 大氣貯藏中에서도 나타난 바 있다.

그리고 果實類에는 糖과 함께 各種의 有機酸이 存在하며 有機酸으로는 malic acid, citric acid, tartaric acid<sup>(68)</sup>이다. 果實의 貯藏中 有機酸의 消長에 關係하는 많은 研究가 있으며<sup>(69,70,71)</sup> 柑橘에서는 citric acid의 減少<sup>(72)</sup>와 포도<sup>(53)</sup> 및 사과<sup>(11)</sup>에서는 malic acid의 減少가 가장 현저하다고 알려져 있다. 그리고 大部分의 果實에서는 一般적으로

熟度가 進行됨에 따라 減少하는 것이 一般인 過程으로 알려져 있으나<sup>(73)</sup> 이것은 鮮度和 食味の 變化에도 關係가 크며 사과를 例로 들면 貯藏中 遊離의 malic acid가 全酸에 並行하여 減少한다고 보고 있으며 岡本<sup>(53)</sup>에 따르면 國光 紅玉을 普通貯藏과 CA貯藏(O<sub>2</sub> 3%, CO<sub>2</sub> 3%, 0°C)으로 區分貯藏하였을 때의 酸의 變化를 比較하였던 바 普通貯藏區보다 CA貯藏區의 減酸傾向이 적었음을 指摘하고 있어 이는 CA效果에 기인하는 것이라 사료된다.

本 實驗에서도 減壓區와 常壓區의 減酸傾向을 比較해 본바 貯藏中 減酸速度는 常壓區가 減壓區보다 높은 傾向이었는데 이는 배, 살구, 복숭아等 果實의 減壓貯藏에서도 나타났으며<sup>(30)</sup> 이것은 減壓處理에 의한 減酸抑制效果에 起因하는 것이라 생각된다. 그리고 silica gel column chromatography에 依해 5種의 有機酸을 分離同定하였으며 이는 李等<sup>(69)</sup>의 結果와 一致하였다. 그리고 全酸에 對한 malic acid의 比率로 보아 貯藏末期까지 他 有機酸과 含量的 差異가 없었다.

Malic acid의 貯藏中の 變化를 보면 全酸의 傾向과 같이 減壓區가 常壓區보다 有機酸의 減少가 적었으며 特히 主酸인 malic acid의 減酸抑制效果가 있었음을 알 수 있었다.

그리고 貯藏中の 糖酸比는 果實의 品種<sup>(74)</sup> 熟度 및 栽培條件等에 따라 變化한다.

即 李等<sup>(75)</sup>에 依하면 酸의 濃도가 높은 것은 糖酸比가 1未滿인데 比하여 보통사과에서는 17~18이라 하고 있다. 本 實驗의 結果에서도 初期에는 13.89로 약간 낮은 값이었는데 貯藏 40日後의 糖酸比는 NAP區가 28.5, 34.2이며 SAP區는 그보다 낮은 17.4, 18.1인 것으로 보아 이는 酸이 糖보다 빨리 消失됨을 나타내는 것으로서 SAP區가 NAP區에 比하여 酸의 소비가 抑制된 것이라 생각된다.

그리고 減壓貯藏中 Vitamin C의 變化에서는 全體의으로 total vitamin C는 減少하는 傾向이었으며 貯藏區別로 볼 때 減壓區의 減少傾向이 적었고 還元型 vitamin C의 變化는 減壓區의 減少傾向이 적은 反面, 酸化型 vitamin C의 增加傾向은 常壓區가 큼을 볼 수 있었다. 이와같은 현상은 菅原<sup>(76)</sup> Thornton<sup>(77)</sup>等이 asparagus등을 試料로 하여 環境氣體組成調節下에서 貯藏하였을 때 vitamin C의 變化가 적었음을 指摘하고 있으며 梶田等<sup>(78)</sup>이 調査한 結果에서도 環境中の CO<sub>2</sub>濃도가 還元型

vitamin C 및 酸化型 vitamin C의 變化에 影響이 있음을 지적하고 있어 이는 大久保<sup>(84)</sup>와 Craft等<sup>(79)</sup>의 結果와도 一致하는 現象이라 생각된다.

貯藏中 減壓區가 常壓區보다 R.Q가 낮았으며 더 우기 CO<sub>2</sub> 5%區가 CO<sub>2</sub> 0%區보다 더욱 낮았다. 또한 NAP-0區에서 貯藏 30日에 R.Q가 이미 1.30에 達한 것으로 미루어 呼吸基質인 malic acid의 酸化가 급격히 일어남을 暗示해 주는 것이라 하겠다. 이와같은 現象은 Kidd等<sup>(80)</sup>의 報告에서도 指摘한 바와 同一한 現象이라 생각되며 따라서 減壓區가 常壓區보다 貯藏壽命을 延長시킬 수 있음을 示唆하는 것이라 생각된다.

## 結 論

사과 主產地인 慶北 慶山郡 安心面 所在 果園의 30年生 果樹에서 祝果實을 採取하여 常壓區와 減壓區로 區分, 25°C에서 40日間 貯藏試驗을 하였으며 貯藏中 呼吸量, ethylene生成量 및 組織內 氣體組成의 變化와 外觀 및 成分變化를 調査하였던 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 一定減壓을 維持시키기 위하여 새로운 考案 製作한 減壓裝置는 水銀柱로 느낄 수 없을 程度의 高感度였으며 다만 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>飽和溶液의 水柱가 土 3mm程度로서 一定壓力을 維持시킬 수 있었다.

2. 減壓에 따른 組織內氣體量의 移動은 處理後 急速히 進行되어 5分 以內에 平衡에 到達하였다.

3. 減壓에 依하여 環境氣體組成을 變化시켰을 때의 呼吸量의 變化와 climacteric rise의 發現關係는 NAP-0區와 NAP-5區가 SAP-0區와 SAP-5區에 比해 呼吸量이 높았고 NAP區와 SAP區에 關係없이 CO<sub>2</sub> 5%區가 CO<sub>2</sub> 0%區보다 呼吸量이 낮았다. 그리고 climacteric rise의 發現도 SAP-0區와 SAP-5區가 NAP-0區와 NAP-5區보다 一週日 程度 늦게 나타났다.

4. ethylene生成은 SAP區가 NAP區에 比해 늦게 나타났으며 그 量은 初期에는 SAP의 兩區가 NAP의 兩區에 比해 많은 量이 生成되었으나 後期에 갈수록 그 量이 減少되어 NAP區에 比해 SAP區가 낮았다. 그리고 ethylene生成의 變化도 呼吸量의 climacteric pattern과 거의 類似한 傾向이었다.

5. 組織內氣體組成의 變化는 呼吸의 climacteric pattern과 類似한 傾向이었으며 處理區別로 보면 組織內氣體濃度は NAP-5區와 SAP-5區가 NAP-0區와 SAP-0區보다 높은 傾向이며 常壓區와 減

壓區 사이에는 減壓區가 常壓區보다 낮은 傾向이었다.

그리고 ethylene의 濃度も 減壓區가 常壓區보다 낮았다.

6. 組織呼吸에 있어서 R.Q의 變化는 常壓區에서는 貯藏 日數가 經過함에 따라 增加하였으나 減壓區에서는 貯藏初期와 비슷한 傾向이었다.

7. 外觀에 있어서 地色の 變化는 減壓區가 常壓區에 比해 抑制되었고 新鮮度에 있어서도 減壓區가 우수하였다. 그리고 腐敗率, 重量減少 및 硬度의 變化에 있어서도 減壓區가 常壓區보다 낮았다. 그리고 pectin의 變化에 있어서 total pectin의 變化는 貯藏中 差異가 없으나 水溶性 pectin은 常壓區가 減壓區에 比해 貯藏中 현저히 增加하였다.

8. 糖의 變化에 있어서 全糖은 貯藏中 減少하는 傾向이었으며 그 減少率은 常壓區가 減壓區보다 높았다. 또 還元糖은 계속 增加하는 傾向이었다. 그리고 vitamin C는 貯藏中 減少하였고 減壓區가 常壓區보다 total vitamin C와 還元型 vitamin C의 減少가 적었다.

9. 酸度變化는 減壓區가 常壓區에 比해 酸의 減少가 적었고 pH의 變化는 貯藏中 큰 變化가 없었다.

10. 有機酸은 malic acid, citric acid, succinic acid, oxalic acid 및 fumaric acid의 5種을 分離 同定하였고 그 中 90%가 malic acid였다.

그리고 貯藏中 有機酸의 變化는 常壓區가 減壓區에 比해 현저히 減少되었고 減壓區는 特히 malic acid의 減少抑制效果가 있었다. 또한 貯藏中 減壓區의 malic acid와 citric acid의 比率는 貯藏初期보다 높은 傾向이며 常壓區의 減酸比는 貯藏初期보다 낮은 傾向이었다.

그리고 貯藏中 糖酸比는 常壓區에서는 急増하는데 比해 減壓區에서는 貯藏初期와 거의 같은 값이었다.

## 摘 要

減壓이 사과貯藏에 미치는 影響을 보기 위하여 一定減壓을 維持시킬 수 있는 減壓貯藏裝置를 새로이 考案製作하여서 試料는 貯藏性이 弱하다는 祝을 選定하여 25°C에서 常壓區와 減壓區로 區分하고 다시 各 區別로 環境氣體組成을 CO<sub>2</sub> 0%區 및 CO<sub>2</sub> 5%區로 調整하여 貯藏中 呼吸, ethylene生成量 및 組織內氣體組成의 變化와 아울러 成分變化를 調査하였던바,

1. 組織內氣體는 減壓이 設定됨과 同時에 急速히 組織밖으로 移動하여 5分 以內에 平衡이 되었음을 보았으며.

2. 呼吸量은 常壓區가 減壓區보다 높았고 環境氣體組成變化에 있어서도 CO<sub>2</sub> 5%區는 CO<sub>2</sub> 0%區에 비하여 呼吸量이 적음을 볼 수 있었다. 그리고 climacteric rise의 發現도 呼吸量이 낮음과 병행하여 減壓區가 常壓區보다 지연됨을 볼 수 있었으며 이와같은 것으로 미루어 減壓이 果實呼吸을 抑制하는데 効果的인 手段임을 알 수 있었다. 이와같은 現象은 R.Q의 變化調査와 組織內氣體組成的 變化調査에서도 찾아 볼 수 있었다.

3. 果實의 成熟 hormone인 ethylene의 生成은 呼吸의 climacteric pattern과 병행하는 傾向이었으며 climacteric maximum stage에서는 減壓區가 常壓區보다 높은 傾向이었으나 post climacteric stage 이후 부터 낮아짐과 아울러 組織內 ethylene濃度調査에서 減壓區가 常壓區보다 낮음을 볼 때 減壓으로 因하여 果實의 ethylene生成이 抑制되는 것이 아닌가 생각된다.

4. 그리고 外觀調査에서 地色の 變化가 늦어짐과 新鮮度, 腐敗率, 重量減少, 硬度的 變化에서도 위와같은 減壓의 效果를 찾아 볼 수 있었다.

5. 成分變化 調査에 있어서도 糖分, vitamin C 및 酸의 變化가 減壓이 常壓보다 적었으며 特히 有機酸中 malic acid의 減少抑制效果가 減壓區에서 크게 나타났다. 이와같은 效果는 減酸比에서 뚜렷함을 알 수 있었다.

### 參 考 文 獻

1. Kidd, F., and C. West. 1927. A relation between the concentration of oxygen and carbon dioxide in the atmosphere, rate of respiration, and length of storage life in apples. Great Britain Dept. Sci. & Indus. Res., Food Invest. Bd. Rept., 1925/26, 41.
2. Sterling, C. 1968. Food Sci., 33, 577.
3. 緒方邦安. 小机信行. 邨田卓夫. 1968. 37(3), 249.
4. 岩田隆, 中川勝也, 緒方邦安. 1968. 日園雜. 37(4), 383.
5. Willis, R.B. H., and W.B. McGlasson. 1971. Hort. Sci., 46, 115.
6. 梶浦一郎. 1973. 農及園. 48(6), 781.
7. 富樫常治. 五味淵伊一郎. 1918. 神奈川農試農

事試驗報告書. 第四九號.

8. 長田 實. 1924. 園藝之研究. 19, 105.
9. 石山信一. 1925. 日園雜. 1(2), 31.
10. 岡本辰夫. 原田順厚. 1961. 日農化誌. 35(14), 1350.
11. 岡本辰夫. 原田順厚. 1961. 日農化誌. 35(14), 1355.
12. Chace, W. G. Jr. 1969. Controlled atmosphere storage of Florida citrus fruits. Proc. Ist Int. Citrus Symp., 3, 1365.
13. 八鍬利郎. 1968. 果實日本. 23(3), 30.
14. Smock, R. M., and G.D. Blanpied. 1958. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 71, 36.
15. 邨田卓夫. 緒方邦安. 1964. リンゴのゴム類似病に 關する 研究. 日園學 昭39 春研發要. p. 48.
16. 本多 靖. 石黑 修. 1970. 日園雜. 39(3), 278.
17. 本多 靖. 石黑 修. 沼口寛次. 1970. 日園雜. 39(3), 375.
18. 本多 靖. 石黑 修. 沼口寛次. 1971. 日園雜. 40(1), 64.
19. Kuc, J., R.E. Henze, E.C. Baker, and F.W. Quackenbush. 1953. J. Agr. Food Chem., 1, 1107.
20. Workman M., and M. E. Patterson, 1959. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 74, 106.
21. Asami, Y. 1932. J. Hort. Soc. Jap., 3, 80.
22. Hummel, C.E., and E. S. Stoddard. 1957. Refrig. Engin., 65(6), 33, 69.
23. Burg, S.P., and E.A. Burg. 1965. Science, 148, 1190.
24. Burg, S.P., and E.A. Burg. 1966. Science, 153, 314.
25. Tolle, W. E. 1969. Hypobaric storage of mature green tomatoes. USDA. Markt. Res. Rept., 842, 9p.
26. Dilley, D.R. 1971. Physiology and biochemistry of maturation, ripening and senescence of deciduous fruits. Low pressure storage. Ann. Rept. REs. Grad. Educ. Dept. Hort. Mich. State Univ., p. 43.
27. Langridge, I. W., and R.O. Sharples. 1972. Storage under reduced atmospheric pressure. East Mall. Res. Sta. Ann. Rept. for 1971, p. 76.

28. 梶浦一郎. 1973. 日食工誌. 20, 331.
29. Pantastico, E.B. 1968. *Phillpp. Agr.*, 11, 697.
30. Salunkhe, D.K., and M.T. Wu. 1973. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98, 113.
31. Loughheed, E.E., E.W. Franklin, and D.J. Papple. 1974. A feasibility study of low pressure storage. Hort. Sci. Dept. and School of Engineering, Univ. of Guelph, Canada, 1-47.
32. Biale, J.B. 1950. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1, 183.
33. 松本熊市. 長坂啓助. 中村怜之輔. 1957. 園藝學研究集録. 8, 74.
34. 録大久保増太郎. 1968. 日園雜. 37(3), 256.
35. 岩田 隆. 中川勝也. 緒方邦安. 1968. 日園雜. 38, 194.
36. Young, R.E., H.K. Pratt, and J.B. Biale. 1952. *Anal. Chem.*, 24, 551.
37. Beyer, E.M. Jr., and P.W. Morgan. 1970. *Plant Physiol.*, 46, 352.
38. Bussel, J., and E.C. Maxie. 1966. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 88, 151.
39. Okanous, S., M. Fukutani, M. Sugihara, and I. Hashida. 1965. *Radioisotopes*. 14(2), 103.
40. 高橋敏秋. 中山昌明. 1958. 日園學雜. 27(2), 116.
41. 三浦洋. 萩沼之孝. 水田昂. 1962. 日園學雜. 32(1).
42. Carrè, M.H., and D. Haynes. 1922. *Biochem. J.*, 16, 60.
43. 糖質實驗法. 1967. 共立出版(東京) 13-14.
44. 食品工學實驗書. 1970. 京都大. 農學部. 食品工學教室編(上卷) p.476.
45. Bullen, W.A., J.E. Varner, and R.C. Burrell. 1952. *Anal. Chem.*, 24, 187.
46. Wu, M.T., S.J. Jadhav, and D.K. Salunkhe. 1972. *J. Food Sci.*, 37, 952.
47. Burg, S.P., and E.A. Burg. 1965. *Physol. Plant*, 18, 870.
48. Maxie, E.C., O.C. Taylor, and H.L. Rae. 1963. Division of Isotopes Development, U.S. Atomic Energy Commission Rept. No. SAN 2001, 114-118.
49. Eaks, I.L., and W.A. Ludi. 1960. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 76, 220.
50. 水野進. 谷口保. 荒木齊. 1971. 神戸大農學部研報. 9卷. 1.2號. 1-5.
51. Fidler, J.C., and C.J. North. 1967. *J. Hort. Sci.*, 42, 189.
52. 岡本辰夫. 1963. 日食工誌. 10(12), 30.
53. 岡本辰夫. 1970. 植物の化學調節 5(2), 168.
54. Biale, J. B. 1960. *Adv. Food Res.*, 10, 293.
55. Ridley, V.W. 1923. *Fruit Dispatch.*, 8, 523.
56. Kidd, F., and C. West. 1932. The effect of ethylene and apple vapours on the ripening of fruits. *Rep. Feed Invest. Bd. for 1932*, p.55.
57. Biale, J.B. 1964. *Science*, 146, 880.
58. Pratt, H.K. 1961. *Recent Advances in Botany*, 1961: 1160.
59. Williams, M.W., and M.E. Patterson. 1962. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 81, 129.
60. Hall, E.G., F.E. Huelin, Frances. M.V. Hackney, and J.M. Bain. 1954. Gas exchange in Granny Smith apples. 8 Cong. Intern. Botan, Paris Section 11/12, 405.
61. Smith, H.W. 1954. The structure of the mature apple fruit in relation to gaseous exchange. 8 Cong. Intern. Botan., Paris, Section 11/12, 405-407.
62. Kertezs, Z.I. 1951. The pectic substances. p.293 *Interscience Publ.*,
63. 三浦淳平. 1958. 農及園. 33(10). 53.
64. 川端晶子. 澤山 茂. 1974. 榮養と食糧. 27(1), 21.
65. Okamoto, T., K. Horitsu, and J. Harata. 1961. *J. Agr. Food Sci. Technol. Japan*, 8(4), 194.
66. 邨田卓夫. 上田悦範. 緒料邦安. 1967. 日食工誌. 14(4), 131.
67. Salunkhe, D.K., and M.T. Wu. 1973. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 98(1), 12.
68. 李東碩. 禹相圭. 梁且範. 1972. 韓食科. 4(2), 134.
69. 森 健. 村岡信雄. 蒔 花雄. 1969. 日食工誌. 15, 136.
70. 岩田 隆. 中川勝也. 緒方邦安. 1969. 日園學雜. 38, 93.
71. 山崎利彦. 新妻胤次. 田口辰雄. 1968. 日園學雜. 40, 268.
72. 緒方邦安. 1963. 園藝食品の加工と利用. 養



- 賢堂. p. 58.
73. 森 健. 1972. 農及園. 47, 1363.
  74. Scott, L.E., and E.P. Walls. 1947. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 50, 266.
  75. 李盛雨. 金光秀. 金順東. 1974. 韓國誌. 15 (1), 57.
  76. 菅原友太. 1957. 農園藝作物のビタミンに関する研究. 養賢堂. p. 55.
  77. Thornton, N.C. 1937. Carbon dioxide storage. X. The effect of carbon dioxide on the ascorbic acid content, respiration, and pH of asparagus tissue. Contr. Boyce. Thomp. Inst, 9, 137.
  78. 邨田卓夫. 建石耕一. 緒方邦安. 1968. 日園學雜. 37(4), 391.
  79. Craft, C.C., and P.H. Heinge. 1954. Proc. Amer. Soc. Hort., 64, 343.
  80. Kidd, F., and C. West. 1928. The CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> ratio in the gaseous exchange of the apple at different stages in its life cycle. Rep. Food Invest. Bd., H.M.S.O., London, 51—57.