

Plastic Coating 에 의한 사과 의 貯藏 研究

朴 魯 豐

(放射線農學研究所)

Studies on the Preservation of Apples by Plastic Film Coating

Nou Poug Park

Radiation Research Institute in Agriculture

Summary

A new method of plastic film coating has been investigated to extend storage life of apples. The film coating was effected by dipping fresh apples in a plastic emulsion. The effect of plastic film coating on the preservation of freshness, respiratory activities and chemical components during storage, has been investigated on four leading varieties of apples.

The results are summarized as follows:

1. The effect of film coating on storage life of apples was apparent, resulting in delay of after-ripening, shriveling, softening or physiological impediment as well as reducing consumption of reserve materials and waste fruits.
2. Change in the partial pressure of gas, i.e., increase in carbon dioxide and decrease in oxygen in apple tissue was resulted by the plastic film coating, suggesting that the film deposited on the fruit interfered with the diffusion of gases formed therein.
3. The effects of plastic film coating on the fruit storage varied with the type of plastic emulsions, coating temperature, varieties of apples and degree of fruit ripening. As regard to apple varieties, good results were obtained with PVA 217 for both American Summer Pearmain and Jonathan, and PVC 443 for McIntosh.
4. Reduction in the diminution rates of L-malic acid, ascorbic acid and soluble pectin etc. during storage of apples may account for the improved storage life of the fruits treated with plastic films.

緒 論

사과 의 長期貯藏은 他靑果物의 경우와 마찬가지로 그 特性에 適合한 貯藏條件을 附與하는것이 要縮라고 생각한다.

靑果物의 貯藏은 廣意에 있어서 加工 및 生體貯藏을 包含하고 있으나 加工에서는 大部分의 경우 靑果物 自體가 이미 生命을 喪失한 死細胞의 集團狀態에 있으므로 他食品에서와 같이 腐敗微生物에

관한 問題가 中心이 되고 있다.

그러나 生體貯藏에서는 靑果物이 收穫後에도 하나의 獨立된 生體로서 生活作用을 繼續營爲하여 養分을 損耗하고 追熟이 進行되며 變質이 繼續되므로 加工의 경우와는 달리 收穫後의 生活現象을 充分히 把握하여 生活現象이 最低의 線에서 維持되도록 處理하는 것이 生體貯藏에 있어 關鍵이 된다.

收穫後 靑果物의 生活現象은 既成物質의 分解와

即呼吸作用과 蒸散作用이 그 根本을 이루고 있으며 貯藏中에 일어나는 品質의 劣化 및 新鮮度의 低下도 呼吸과 蒸散의 兩大作用에 密接한 關係를 가진다.

또 生活現象은 品種, 栽培, 熟度 및 收穫後의 管理等에 따라서 差異가 있으나 大體로 貯藏中 環境要因에 支配됨이 크다.

따라서 現在까지의 貯藏方法의 研究傾向은 主로 環境要因의 改善에 主觀點을 두어 왔으며 現在 實用化되고 있는 貯藏方法은 ① 溫度調節 貯藏法 ② Gas 貯藏法 ③ Plastic film 包裝貯藏法 等이 利用되고 있다.

한편 最近에 이르러 靑果物 自體에 直接 藥劑를 處理하거나 放射線을 照射하여 熟度, 生理障害 및 微生物에 의한 腐敗등을 抑制하여 貯藏性을 向上시키고자 하는 傾向이 짙어지고 있으며 一部 靑果物에서는 그 效果가 顯著하여 이미 實用化되고 있다. 그러나 아직 Plastic material을 직접 사과 表面에 Coating 하여 長期貯藏을 企圖한 研究는 없었고 筆者는 前報⁴⁰⁾에서 Plastic film의 特異性을 사과 貯藏法改善에 效果의으로 利用하고자 Plastic emulsion으로 直接 사과를 Coating 하였던바 貯藏性이 向上되었음을 認定할 수 있었다. 이에 계속하여 今般에는 Plastic coating에 대한 사과品種別 適性을 調査하고 鮮도와 代謝作用에 미치는 影響에 관하여 그 原因을 究明하고자 試驗을 遂行한바 이에 그 結果를 報告하는 바이다.

특히 本研究는 溫度調節用 貯藏施設 或은 CA (Gas) 貯藏用 施設等이 現實的으로 어려운 우리의 實情을 勘案하여 實用化할 수 있는 貯藏法을 摸索하고자 大部分의 實驗을 常溫과 高溫에서 實施하였다.

끝으로 本研究를 遂行함에 있어 指導와 助言을 하여주시신 高麗大學校 教授 金鏞喆 博士, 서울大學校 教授 李春寧 博士, 放射線農學研究所長 沈相七 博士에게 깊은 敬意를 表하며 實驗에 助力하여 준 當室 崔彥浩, 李玉徽 兩研究員에게 謝意를 表한다.

研 究 史

1. 呼吸 및 蒸散作用의 抑制와 貯藏

岡本(1968)⁸⁴⁾는 1kg의 사과가 收穫後 約 15~20g의 CO₂를 放出하였을 경우 食用이 不可能하다고 報告하였으며 樽谷(1968)⁸⁰⁾, 北川(1969)⁸¹⁾ 兩氏는 靑果物의 貯藏中 品質 및 新鮮度의 低下는 喪失된 水分의 量에 比例하며 收穫當時의 重量에 대

하여 5%의 重量減少는 商品價値를 喪失한다고 하였다.

이와 같이 呼吸과 蒸散作用이 貯藏 靑果物의 品質劣化와 新鮮度의 低下에 密接한 關係를 가지게 되므로 이를 抑制하여 貯藏性을 向上하고자 其間에 많은 研究가 繼續 進行하여 왔다.

即 Brooks et al.(1934)⁷⁾은 사과에 Mineral oil과 Paraffin의 混合物質을 處理함으로써 Soft scald의 發生을 抑制하고 軟化現象을 減少시켰다고 報告하였으며 Jones and Richev(1939)²⁰⁾는 Golden Delicious apple에 Wax emulsion을 處理하였을때 Scald, Bitter pit 등 生理障害가 抑制되었다고 報告하고 Wax emulsion의 效果는 사과的 品種에 따라서도 差異가 있는 것 같다고 하였다.

Smock(1936)⁵⁸⁾는 사과, 배에 Wax emulsion을 處理할 때 그 濃度와 粘度에 比例하여 熟度와 呼吸이 抑制되고 綠色을 維持하는 동안 食味에 變化가 없었다고 하였으며 Wax의 效果는 그 種類와 濃度, 品種에 따라서 差異가 있는 것 같다고 하여⁵⁹⁾ Jones and Richev의 報告를 뒷받침하였다.

Claypool(1939)⁸⁾은 靑果物의 種類別 그리고 Emulsion의 性質에 따르는 貯藏性을 檢討하고 복숭아, 살구, Nectarines 등 表皮가 얇은 果實은 사과, 배, 포도와 같이 表皮가 두터운 果實에 比하여 效果가 적었다고 하며 Paraffin emulsion은 Carnauba paraffin emulsion에 비하여 水分蒸散의 抑制效果는 優秀하나 光澤에 있어 商品價値를 向上시키는 데는 Carnauba paraffin emulsion이 優秀하였다고 하였으며 Claypool and King(1941)⁹⁾은 Wax film의 表面張力과 靑果物의 種類別 Coating 效果를 調査하고 被膜形成은 軟毛果實(살구等)에서 더욱 效果的이며 Paraffin은 同一한 두께의 Carnauba paraffin mixture에 비하여 水分損失이 적었다고 하였다. 또 揮發性溶媒를 使用한 Wax emulsion은 軟毛果實 或은 Open stomata fruit에서는 蒸散抑制 效果가 적었다고 報告하였다.

Baghdadi and Smock(1943)³⁾는 Golden Delicious apple에 Wax latex emulsion을 處理하여 45°F에 貯藏하여 重量減少, 市場性, 食味, 硬度 및 CO₂ 蓄積濃度를 調査한바 一般的으로 重量減少는 果實의 軟化度와 Emulsion의 濃度에 比例하였으며 CO₂ 濃度의 蓄積과 硬度 및 食味性에는 反比例하였다 하였고, Anonymous(1950)¹⁾는 40 種類의 Coating emulsion에 대한 貯藏效果를 檢討하고 Skin-coating은 重量의 減少와 腐敗로 인한 貯藏損失을 減少하였

으며 色澤과 新鮮度가 無處理에 比하여 顯著히 優秀하였다고 하였다. 그러나 Emulsion의 種類와 濃도에 따라서는 CO₂ 濃도의 蓄積過多와 O₂의 不足으로 Alcohol 障害가 發生하였다 하였으며 이러한 障害는 果實組織內的 O₂ 張력이 낮은 것과 關係가 깊은 것 같다고 發表하였다.

한편 筆者등(1970)⁶⁰⁾은 사과 國光에 Oxyethylene docosond (OED), Oxyethylene docosond green (OED-G), Carboxymethyl cellulose(CMC), Gibberellin을 各各 處理하고 OED, OED-G(各各 1%) 및 CMC(0.2%)處理區에서 若干의 腐敗 및 生理障害와 重量減少가 抑制되었음을 認定하였다.

2. 酵素作用的 調整에 관한 處理와 貯藏

Marshall et al.(1948)⁸²⁾은 Jonathan, McIntosh, Nothernsy apple에 1,000~10,000 ppm의 Naphthalene acetic acid의 Methyl ester가 混合되어 있는 Geon 31X를 撒布하였을 때 低濃度處理區에서 呼吸率에 低下되었다고 報告하였다. 그러나 Southwick(1949)⁶⁵⁾은 α -Naphthalene acetic acid를 處理하여 室溫에 貯藏한 Pre-climacteric phase의 사과와 복숭아에서 呼吸이 增加하고 軟化와 地色の 變化가 促進되었다고 하였다.

한편 Woodruff and Crandal(1958)⁷²⁾은 사과의 呼吸率을 減少시키고자 사과와 그 切片에 Na-Malonate를 비롯하여 80種類의 化學藥品을 直接 注射하였던바 外觀上 新鮮도가 沮害되지 않은 藥品에서는 사과와 그 切片에서 다 같이 呼吸率에 減少하였다고 하며 Na-Malonate(0.001M), 3-Indole acetic acid(0.0005M), Hippuric acid(0.0005M), Benzimidazole (0.001M and 0.0005M) 등이 가장 良好하였다고 報告하였고 Date and Mathur(1959)¹¹⁾도 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid와 1,2-Dihydropyridazine -3,6-diene에 處理된 果實은 熟度와 密接한 關係를 가지는 Skin color의 變化가 遲延되었으며 이러한 効果는 2,4,5-T에서 더욱 顯著하였다고 하였다. 그러나 2,4,5-T에 處理된 果實은 食味에 變化가 없었으나 1,2-Dihydropyridazine-3,6-diene에 處理된 것은 不快한 風味를 주었다고 하였다.

Smock(1957)는 1954~1955년에 걸쳐 Scald 抑制劑로서 Diphenylamine을 發表하고 100~1,000ppm의 Diphenylamine 溶液에 浸漬 處理後 貯藏한 사과는 貯藏中 Scald의 發生이 抑制되었다고 報告하였으며 Dilley and Dewey(1963)는 사과의 生理障

害를 抑制하기 위하여 使用되는 Diphenylamine의 藥害를 調査하고자 McIntosh, Red Rome, Stayman, Turkey apple에 Diphenylamine 2,000 ppm을 浸漬處理한 結果 Diphenylamine이 주는 몇가지 障害는 品種에 따라서 差異가 있었다고 하였다. 即 McIntosh와 Red Rome apple은 若干의 Diphenylamine 障害가 發生하였으나 Stayman, Turkey apple에서는 全然 障害가 없었으며 또 生理障害의 抑制 効果도 McIntosh, Red Rome apple에서 Stayman, Turkey apple에 比하여 顯著한 것으로 報告하였다.

한편 Hardenburg and Anderson(1967)²⁵⁾은 收穫 1~2日後 130°F의 溫水에 30~60秒間 浸漬處理한 Stayman apple에서 Scald의 發生이 抑制되었다고 報告하였으며 또 Diphenylamine 2,000 ppm과 E-thoxyquin 2,700 ppm에 各各 10秒間 浸漬 處理한 것은 兩者 同一하게 Scald의 發生이 抑制되었으며 N-Dimethylaminosuccinamic acid 2,000 ppm에 10秒間 및 5,000 ppm에 30秒間 浸漬한 것과 1% Dimethylsulfoxide에 잠서 浸漬한 것은 效果가 없었다고 하였고 Smock et al.(1962)⁶⁰⁾은 N⁶-Benzyladenine에 處理된 사과는 Pre-climacteric phase에 呼吸率에 促進되었으나 Post-climacteric phase에 處理된 것은 呼吸率에 減少하였다고 하며 最適條件에서 處理된 것은 10%의 呼吸減少率을 나타냈다고 하였다. Dedolph et al.(1961)¹³⁾은 Asparagus spears에 N⁶-Benzyladenine을 5×10⁻⁵M 濃度로 處理하였을 때 約 100時間에 걸쳐 呼吸率에 無處理區에 比하여 低下하였으며 21°C에서 暗貯藏하였을 때 重量減少는 處理區가 5.95%인데 比하여 無處理區는 7.25%였다고 하였다.

Dharkar et al.(1966)¹⁵⁾은 Acetylated monoglyceride의 Emulsion을 製造하여 Alphonso mango에 Skin-coating後 放射線을 照射하여 貯藏性を 向上시켰다고 하며 筆者등(1969)⁵¹⁾도 사과 國光에 Oxyethylene docosond와 Oxyethylene docosond green, Carboxymethyl cellulose등 被膜劑를 Coating後 放射線을 照射한바 被膜劑만의 單用處理에 比하여 放射線照射를 併用한 實驗區에서 貯藏損耗量이 多少 적은 듯하였으나 그 差異가 顯著하지는 못하였다.

實驗材料 및 方法

供試材料

試料는 사과 主產地, 慶北產을 擇하여 國光을 除

外하고는 大部分 收穫後 1週日 以內에 處理하였다. 即 祝은 慶山郡 河陽面에서 1969年 7月 29日 收穫한 것을 收穫 3日後에 處理하였으며 旭은 慶山郡 瓦村面에서 同年 9月 2日에 收穫한 것을 9月 9日에, 紅玉 1次는 永川郡 監阜面에서 9月 3日에 收穫한 未熟果를 9月 9日에, 紅玉 2次는 亦是 永川郡 監阜面에서 10月 18日에 收穫한 適熟果를 10月 22日에, 그리고 國光은 月城郡 川北面에서 10月 28日에 收穫, 常溫에 貯藏中인 것을 12月 4日에 各各 處理하고 溶液의 揮發과 乾燥(陰乾)를 기다려 室內에 貯藏하였다.

本實驗에서 祝, 旭과 같이 貯藏성이 缺如인 品種을 供試品種으로 擇한 것은 高溫期에 出荷되는 早生品種의 鮮度保藏과 流通壽命의 延長을 企圖한 것이며 紅玉을 未熟果와 適熟果로 區分供試한 것은 成熟過程에서 일어나는 Climacteric rise 現象을 堪案한 것이다.

Plastic coating 方法 및 貯測條件

前報⁴⁹⁾에서 有機溶媒는 Acetone 과 Methyl ethyl-ketone 이 다같이 저장 목적에 適合하였으나 食味를 考慮할때 Acetone이 좀 더 實用的이었으므로 今般 實驗에서는 Acetone 만을 使用하였으며 또 Plastic powder 中 唯一한 水溶性으로 알려진 Polyvinyl alcohol(以下 PVA라 稱함)을 예비실험을 걸쳐 Polyvinyl chloride(以下 PVC라 稱함)와 같이 溶質로 使用하였고 試料의 浸漬時間은 1分間으로 하였다.

PVC powder 는 U.S.A. Geon 社製品의 PVC 222와 443을 使用하였으며 PVA powder는 Japan 製品의 PVA 217을 各各 使用하고 Coating 方法은 室溫에서 前報⁴⁹⁾에 準하여 實施하였다.

實驗區別 試料 個體數는 區當 50個式의 外觀觀察用과 硬度測定用 20個以外에 分析用을 別途로 準備하여 個體別로 均一條件을 附與하기 爲하여 設計된 Plastic 바구니(23.5cm×32.5cm×9.5cm)에 20個體씩 2段으로 積置하여 室溫과 高溫에 貯藏하였으며 實驗 期間中 貯藏溫度 및 濕度는 다음 表와 같다.

Table 1. The storage periods and conditions

Varieties	Storage period	Temperature	Rel. humidity
American Summer Pearmain	Aug. 1, '69—Sep. 20, '69	25—20°C.	80—85% R.H.
McIntosh	Sep. 9, '69—Nov. 10, '69	25—15°C.	80—85% R.H.
Jonathan(Unripened)	Sep. 9, '69—Dec. 10, '69	25—13°C.	80—85% R.H.
Jonathan(Ripened)	Oct. 22, '69—Jan. 20, '70	15—7°C.	83—88% R.H.
Rall's Janet	Dec. 4, '69—Jan. 4, '70	30±2°C.	60—65% R.H.

測定方法

貯藏中 外觀은 腐敗와 品質(鮮度, 地色, 萎縮, 生理障害)을 觀察하였으며 品質은 Panel member 에 依하여 5段階로 區分 評價하였다⁵⁰⁾.

硬度는 Universal Hardness Meter A 型으로 測定하고 測定值를 元硬度에 對한 %로 表示하였다. 重量의 變化는 果實을 直接 秤量하여 一定期間內의 減量率로 表示하고 呼吸量은 約 16l의 Desiccator 에 2kg의 果實을 넣고 密封 17시간 經過後 Desiccator 內에 蓄積된 CO₂ 濃度를 Orsat gas analyzer 로 測定하여 呼吸率로 表示하였다. 또한 사과 組織內의 Gas 分壓 測定은 樽谷(1969)가 考案한 靑果物 組織內 Gas 組成 分析裝置를 第 1圖과 같이 筆者가 改造하여 測定하였다.

即 減壓處理함으로써 噴出된 果實 組織內의 Gas 가 KOH 와 Pyrogallol 을 注入時 擴散될 憂慮와 誤

差를 막기 위하여 樽谷教授와 달리 Orsat gas analyzer 를 연결, 豫備實驗을 거친 다음 測定하였다 (Photo.1).

成分의 測定은 果皮를 除去하고 肉質部에서 一定量을 取하여 水分은 常法, 水溶性全糖과 還元糖은 Somogyi 變法으로 定量하여 Glucose 로 表示하였으며 澱粉은 試料 100gr 을 80% Ethanol 과 함께 磨碎, 1夜放置後, 濾紙에 濾하고 稀 HCl 로 加水分解後 還元糖을 Somogyi 變法으로 定量하였고 pH 및 滴定酸度는 試料 25gr 을 10倍量의 2% NaCl 과 함께 磨碎하여 그 濾液의 pH 를 測定하고 다시 0.1N NaOH 로서 滴定(pH 8.2)한 後 消費 CC를 Malic acid 의 百分率로 換算, 滴定酸度를 求하였다²⁾.

Pectin은 試料 25gr 을 분쇄하여 蒸氣加熱로 生體內의 酵素를 不活性化하고 Ethanol 70% 溶液으로

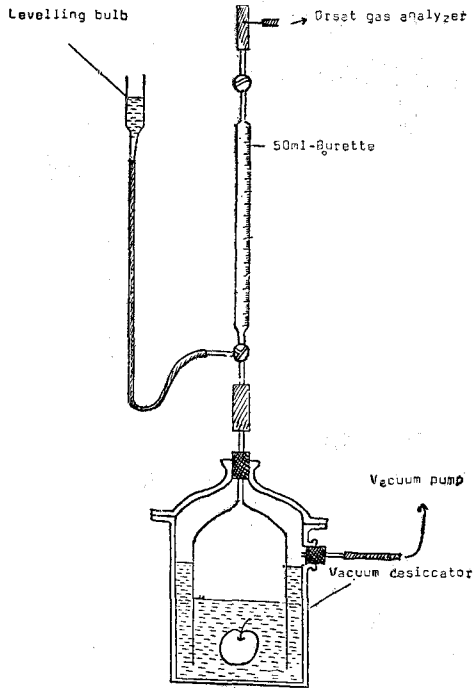


Photo. 1. Apparatus for the determination of internal atmosphere in fruits

調節하여 5分間 沸騰하고³¹⁾ 그 殘渣를 70% Ethanol 과 함께 磨碎, 1夜放置後 濾過하여 그 殘渣를 Total 및 Water soluble pectin 定量用 試料로 하였다.

1) Total pectin

試料(殘渣)에 5% Versene soln. 200cc를 加하여 pH 11.5로 調節, 25°C에서 30分間 De-esterify 한 후 다시 pH 5.0~5.5로 調節하고 Pectinase 200mg 을 加하여 反應 1時間後에 濾過 稀釋하여 Conc. H₂SO₄, Carbazole 로 發色시켜 波長 520m μ 에서 吸光度를 測定하였다³⁴⁾. Standard curve 는 D-Galacturonic acid 10~60 μ g 을 使用하여 求하였다²⁸⁾.

2) Water soluble pectin

試料에 約 50倍量의 蒸溜水를 加하여 1夜放置後 濾過³⁵⁾ 浸出液을 Total pectin 의 경우에 準하여 De-esterify, 酸化하고 Pectinase 를 加하여 Total pectin과 同一한 方法으로 定量하였다.

Ascorbic acid 는 試料 100gr 을 5% m-HPO₃ 溶液과 함께 磨碎, 250ml로 定容하고 減壓 濾過하여 原液으로 使用하였다.

1) Total ascorbic acid

前記原液 2ml을 實驗管 (I) (II)에 各各 取하

고 0.2% 2,6-Dichlorophenol indophenol 0.1ml 와 1% SnCl₂, 5% HPO₃ 2ml을 加한 다음 實驗管 (I)에 2% 2,6-Dinitrophenylhydrazine 1ml을 添加하여 50°C에서 1時間 反應後 試驗管 (II)와 같이 氷水中에서 85% H₂SO₄ 5ml을 滴下, 約 30分後에 波長 532m μ 에서 吸光度를 測定하였다⁷⁾.

2) 酸化型 Ascorbic acid

原液 2ml을 取하여 2,6-Dichlorophenol indophenol 로서 酸化시키지 않고 Total ascorbic acid 의 경우와 동일한 方法으로 測定하였다.

Ascorbic acid oxidase activity 의 測定은 試料 50gr 을 0.4 NaCl 50ml와 함께 磨碎하여 그 Suspension 을 1°C에서 2시간 靜置後 遠心分離(3,000rpm, 20分間), 上澄液 10ml을 1,000 μ g/ml 濃度의 Stock ascorbic acid 를 含有한 Phosphate citrate buffer soln. (pH 3.4~3.6) 40ml에 加하고 30°C에서 15分間 反應시켜³³⁾ Total 및 酸化型 Ascorbic acid를 精량하고 Ascorbic acid의 酸化率을 求하였다.

Malic acid 는 試料 50gr 을 85% Ethanol과 함께 磨碎 浸出하여 濾液一定量을 미리 Formate form 으로 變形시킨 Dowex 1 \times 2의 Column 에 通過시켜 6N Formic acid 로 Elute 시켰다^{27 73)}.

이 Elute를 48°C에서 蒸發乾固시켜 Propylester 로 만들고⁵⁴⁾ Gas chromatograph에 注入하였다. 使用한 Gas chromatograph 는 TC detector를 갖춘 Varian Aerograph Model 202로서 條件은 다음과 같다.

Operating Conditions: 5' \times 1/4" Stainless steel column packed with 10% FFAP 60-80mesh chromosorb W.

He Flow rate: 60ml/min. Column temperature: 120-190°C at 4 °C/min. Chart speed: 20 in/hr.

實驗結果

1. Plastic coating이 사과의 品質에 미치는 영향

祝에서 Control區는 저장 1週日 後부터 生理障害의 1種으로 알려진 Bitter pit 가 발생하기 시작하여 貯藏後 10日에는 22%, 25日 後에는 60%에 달하였고 地色은 저장후 25日까지 Yellow-Green 을 維持하였으나 萎縮과 함께 鮮度가 Poor 에 해당하여 商品價値를 喪失하였다. 또 貯藏 43日後부터는 腐敗果가 急激히 增加하여 實驗終期에는 거의 健全果가 없었다.

그러나 Plastic coating區는 PVC 222의 10%

Table 2. Effects of PVA or PVC coating on the colour and freshness of apples(American Summer Pearmain) during storage (stored at 25-20°C). Coated on Aug. 1, 1969.

Treatment	Quality	Storage period (days)			
		10	25	45	50
Control	Colour	++	+	---	---
	Freshness	++	-	---	---
PVA 217-5%	Colour	+++	+++	+++	++
	Freshness	+++	+++	+++	++
PVC 222-10%	Colour	+++	++	++	+
	Freshness	+++	+++	++	-
PVC 443-10%	Colour	+++	+++	++	++
	Freshness	+++	+++	+++	+
Colour +++ ; Deep Green ++ ; Green + ; Yellow-Green - ; Yellow -- ; Deep Yellow		Freshness +++ ; Excellent ++ ; Good + ; Fair - ; Poor -- ; Bad			

Table 3-I. Effects of PVA or PVC coating on the rot of apples(American Summer Pearmain) during storage (stored at 25-20°C). Coated on Aug. 1, 1969.

Treatment	Storage period(days)				
	10	25	45	50	Total(%)
Control	0	0	4	90	94 c*
PVA 217-5%	0	2	2	2	6 a
PVC 222-10%	0	2	4	32	38 b
PVC 443-10%	0	0	2	12	14 a

* Any two means followed by a common letter are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple-range test.

Table 3-II. Effects of PVA or PVC coating on the bitter pit of apples(American Summer Pearmain) during storage-(stored at 25-20°C). Coated on Aug. 1, 1969.

Treatment	Storage period(days)				
	10	25	45	50	Total (%)
Control	22	38	0	0	60 c*
PVA 217-5%	0	0	0	0	0 a
PVC 222-10%	0	8	10	0	18 b
PVC 443-10%	0	2	0	0	2 a

* Any two means followed by a common letter are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple-range test.

Coating 區와 443의 10% Coating 區만이 Control 區에 비하여 約 2週日後에 Bitter pit 가 發生하기 시작, 각각 18%, 2%가 發生하였을뿐, PVA 217의

5% Coating 區는 全然 生理障害의 發生이 없었다. 또 Plastic coating 區는 貯藏中 萎縮이 抑制되고 鮮度가 維持되었으며 地色의 變化가 현저히 遲延되었

Table 4. Effects of PVA or PVC coating on the colour and freshness of apples(McIntosh) during storage (stored at 25—15°C). Coated on Sep. 9, 1969.

Treatment	Quality	Storage period(days)			
		20	40	50	60
Control	Colour	—	---	---	---
	Freshness	—	---	---	---
PVA 217—5%	Colour	+++	+++	+++	++
	Freshness	++	+	—	---
PVC 222—10%	Colour	+++	++	++	++
	Freshness	+++	+++	+	---
PVC 443—10%	Colour	+++	+++	+++	+++
	Freshness	+++	+++	+	---

Colour +++; Deep Green
 ++; Green
 +; Yellow-Green
 —; Yellow
 ---; Deep Yellow

Freshness +++; Excellent
 ++; Good
 +; Fair
 —; Poor
 ---; Bad

Table 5. Effects of PVA or PVC coating on the rot of apples(McIntosh) during storage (stored at 25—15°C). Coated on Sep. 9, 1969.

Treatment	Storage period(days)				
	20	30	40	60	Total(%)
Control	2	4	6	24	36 c*
PVA 217—5%	2	2	4	22	30 b
PVC 222—10%	2	2	2	16	22 a
PVC 443—10%	2	2	2	14	20 a

* Any two means followed by a common letter are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple-range test.

다.

腐敗率에 있어서도 PVC 222 Coating 區가 38%로서 多少 腐敗率이 높았을 뿐 PVC 443 Coating 區와 PVA 217 Coating 區는 貯藏 50日 後에도 14%, 6%에 不過하였으며 특히 PVA 217 Coating 區는 實驗終結以後에도 相當期間 商品價値를 繼續 維持할 수 있었다 (Table 2, 3—I, 3—II).

旭에서도 Control 區는 貯藏 20日 後에 地色이 黃變하고 萎縮이 甚하여 鮮度는 Poor로 低下한데 反하여 Plastic coating 區는 祝의 경우와 마찬가지로 地色의 變化가 현저히 遲延되고 특히 PVC 443의 10% Coating 區는 實驗終期까지도 저장당시의 地色과 큰 差異가 없었으며 PVA 217의 5% Coating 區를 除外하고는 저장 50日까지 Fair를 유지하였다. 그러나 저장 40日 以後 腐敗率이 多少 增加하

기 시작하여 實驗終期의 腐敗率은 PVC 443 Coating 區가 20% PVC 222 Coating 區가 22%, PVA 217 Coating 區가 30%였다. Control 區는 貯藏末期 腐敗率이 36%로서 Coating 區와 比較, 큰 差異가 없는 듯 하나 貯藏 20日後부터 鮮度가 Poor로 劣化, 商品價値를 喪失하였으므로 實際貯藏性에 兩者間의 差異는 顯著하였다 (Table 4, 5).

紅玉 1次(未熟果) 試驗에서 Control 區는 貯藏 25日頃부터 萎縮이 甚하고 鮮度가 떨어져 貯藏 1個月後에는 商品價値를 喪失하였다. 그러나 Plastic coating 區는 PVC 222의 9% Coating 區가 貯藏 60日後에 地色이 Yellow로 變化하고 若干의 萎縮이 나타났을 뿐 PVC 443의 9% Coating 區와 PVA 217의 4% Coating 區는 前記 두 品種의 경우와 마찬가지로 貯藏終期까지도 熟度가 顯著히 遲延되고

Table 6. Effects of PVA or PVC coating on the colour and freshness of apples(Jonathan) during storage (stored at 25-13°C). Coated on Sep. 9, 1969.

Treatment	Quality	Storage period(days)				
		30	40	50	60	90
Control	Colour	+	--	--	--	--
	Freshness	-	--	--	--	--
PVA 217-4%	Colour	+++	+++	+++	+++	++
	Freshness	+++	+++	++	++	+
PVC 222-9%	Colour	+++	++	+	-	-
	Freshness	+++	++	++	+	-
PVC 443-9%	Colour	+++	+++	++	++	++
	Freshness	+++	+++	++	++	+

Colour +++; Deep Green
 ++; Green
 +; Yellow-Green
 -; Yellow
 --; Deep Yellow

Freshness +++; Excellent
 ++; Good
 +; Fair
 -; Poor
 --; Bad

Table 7. Effects of PVA or PVC coating on the rot of apples(Jonathan) during storage (stored at 25-13°C). Coated on Sep. 9, 1969.

Treatment	Storage period(days)					
	20	30	40	60	90	Total(%)
Control	2	0	0	2	6	10
PVA 217-4%	0	0	0	4	2	6
PVC 222-9%	0	2	0	2	4	8
PVC 443-9%	0	0	2	2	2	6

鮮도에 있어서도 Fair를 유지하였다.

또 貯藏 60日 以後, 腐敗果가 若干 增加하는 듯 하였으며 實驗終期에 腐敗率은 Control區가 10%, PVC 222 Coating區가 8%, PVC 443 Coating區와 PVA 217 Coating區는 각각 6%였다 (Table 6, 7).

紅玉 2次(適熟果) 試驗에서도 Control區는 貯藏 30日頃부터 大部分의 試料에 生理障害의 1種으로 알려진 紅玉斑點(Jonathan spot)이 發生하고 萎縮이 甚하여 商品價値를 喪失하였다. 또 Plastic coating區에서도 PVC 222의 9% Coating區는 貯藏 50日頃부터 若干의 Jonathan spot의 發生과 萎縮 및 鮮度の 低下로 亦是 貯藏性이 低調하기 始作하였으나 PVC 443의 9% Coating區와 PVA 217의 4% Coating區는 貯藏終期까지도 多少의 萎縮은 있었으나 大部分 鮮도가 維持되었으며 Jonathan spot가 抑制되었다. 腐敗率에 있어서도 Coating區는

Table 8. Effect of PVA or PVC coating on the freshness of apples(Jonathan) during storage (stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969.

Treatment	Storage period(days)			
	30	50	65	90
Control	++	-	--	--
PVA 217-4%	+++	+++	++	++
PVC 222-9%	++	+	+	-
PVC 443-9%	+++	++	++	+

Freshness +++; Excellent
 ++; Good
 +; Fair
 -; Poor
 --; Bad

PVC 222 Coating 區가 10%로서 가장 많았을 뿐 PVC 443 Coating 區와 PVA 217 Coating 區는 6%에 不過하였으며 특히 PVA 217 Coating 區는 他 Coating 區에 비하여 저장성이 顯著히 우수하였다 (Table 8, 9-I, 9-II).

Table 9-I. Effects of PVA or PVC coating on the rot of apples(Jonathan) during storage (stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969.

Treatment	Storage period(days)				
	35	50	65	90	Total (%)
Control	0	2	4	4	10 b*
PVA 217-4%	0	0	2	4	6 a
PVC 222-9%	0	2	4	4	10 b
PVC 443-9%	0	0	2	4	6 a

* Any two means followed by a common letter are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple-range test.

Table 10. Effect of PVA or PVC coating on the hardness of apples(American Summer Pearmain) during storage (stored at 25-20°C). Coated on Aug. 1, 1969. Figures in parentheses indicate the percentages on the basis of original hardness

Treatment	Storage period(days)			
	0	15	25	35
Control	3.98kg (100)	3.62kg (90.9)	3.50kg (87.9)	3.10kg (77.8)
PVA 217-5%	4.04kg (100)	3.83kg (94.8)	3.69kg (91.3)	3.58kg (88.5)
PVC 222-10%	3.97kg (100)	3.74kg (94.2)	3.61kg (90.9)	3.43kg (86.4)
PVC 443-10%	4.05kg (100)	3.95kg (97.5)	3.79kg (93.5)	3.70kg (89.0)

Table 11. Effect of PVA or PVC coating on the hardness of apples(McIntosh) during storage (stored at 25-15°C). Coated on Sep. 9, 1969. Figures in parentheses indicate the percentages on the basis of original hardness.

Treatment	Storage period(days)		
	0	30	40
Control	3.61kg (100)	3.08kg (85.3)	2.85kg (78.9)
PVA 217-5%		3.46kg (95.8)	3.38kg (93.6)
PVC 222-10%		3.39kg (93.9)	3.16kg (87.5)
PVC 443-10%		3.52kg (97.5)	3.38kg (93.6)

Table 9-II. Effects of PVA or PVC coating on the spot of apples(Jonathan) during storage (stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969.

Treatment	Storage period(days)				
	35	50	65	90	Total (%)
Control	10	26	30	20	86 c*
PVA 217-4%	0	0	0	0	0 a
PVC 222-9%	0	10	10	6	26 b
PVC 443-9%	0	0	0	0	0 a

* Any two means followed by a common letter are not significantly different at 1% level by Duncan's multiple-range test.

2. Plastic coating 이 사과의 硬度에 미치는 영향

Plastic coating 은 祝, 旭, 紅玉에서 다 같이 현저히 軟化를 抑制하였으며 Plastic 溶液의 種類別 差異는 PVC 443, PVA 217, PVC 222의 順位로 PVC 443의 Coating 區가 硬度維持能에 있어 가장

Table 12. Effect of PVA or PVC coating on the hardness apples(Jonathan) during storage (stored at 25-13°C). Coated on Sep. 9, 1969. Figures in parentheses indicate the percentages on the basis of original hardness.

Treatment	Storage period(days)			
	0	30	40	90
Control	4.02kg (100)	3.84kg (95.5)	3.66kg (91.4)	3.18kg (79.1)
PVA 217-4%		3.90kg (97.0)	3.79kg (94.2)	3.59kg (89.3)
PVC 222-9%		3.96kg (98.5)	3.80kg (94.5)	3.46kg (86.7)
PVC 443-9%		3.92kg (97.5)	3.91kg (97.3)	3.71kg (92.3)

Table 13. Effect of PVA or PVC coating on the hardness of apples(Jonathan) during storage (stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969. Figures in parentheses indicate the percentages on the basis of original hardness.

Treatment	Storage period(days)		
	0	30	90
Control	3.71kg (100)	3.45kg (93.0)	3.01kg (81.1)
PVA 217-4%	3.89kg (100)	3.75kg (96.4)	3.58kg (92.1)
PVC 222-9%	3.85kg (100)	3.66kg (95.0)	3.44kg (89.5)
PVC 443-9%	3.92kg (100)	3.83kg (97.7)	3.61kg (92.2)

優秀하였다.

또 品種別 硬度的 減退速度는 祝,旭, 紅玉의 順位로 祝이 가장 軟化速度가 빨랐으며 紅玉의 경우 未熟果와 適熟果의 比較는 未熟果에서 그 速度가 빠른 경향을 보였다 (Table 10, 11, 12, 13, Fig.1).

3. Plastic coating 이 사과의 重量變化에 미치는 영향

祝에서 Control區는 貯藏後 約 1個月에 重量減少率이 5%를 超過하고 貯藏末期에는 7.2%에 達하였다. 그러나 Plastic coating區는 Control區에 比하여 重量減少率이 抑制되고 그 傾向이 緩慢하여 貯藏末期의 減少率은 PVC 443 Coating區는 4.3%, PVC 222 Coating區가 4.5%, PVA 217

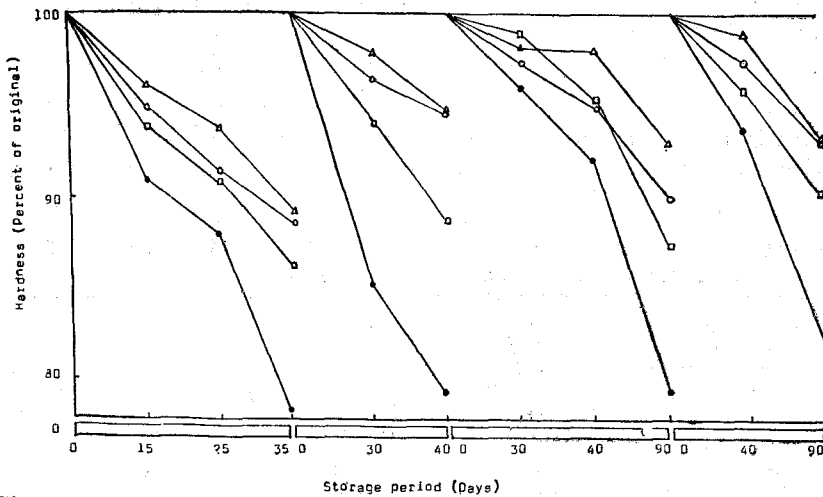


Fig 1. Effect of PVA or PVC coating on the hardness of apples during storage. From left, American Summer Pearmain, McIntosh, Jonathan (Unripened), Jonathan (Ripened).
 —●—; Control, —○—; PVA 217-5%, —□—; PVC 222-10%, —△—; PVC 443-10%

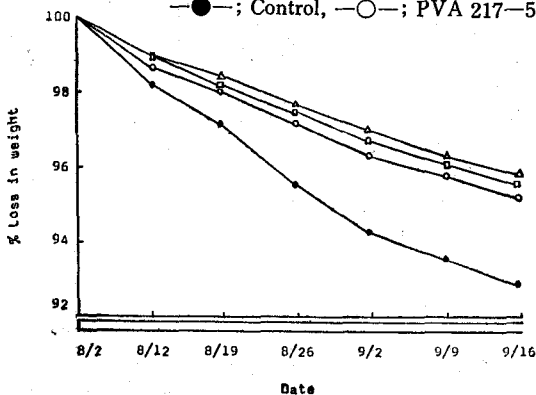


Fig. 2. Effect of PVA or PVA coating on weight loss of apples(American Summer Pearmain) during storage (stored at 25-20°C). Coated on Aug. 1, 1969.

—●—; Control, —○—; PVA 217-5%, —□—; PVC 222-10%, —△—; PVC 443-10%,

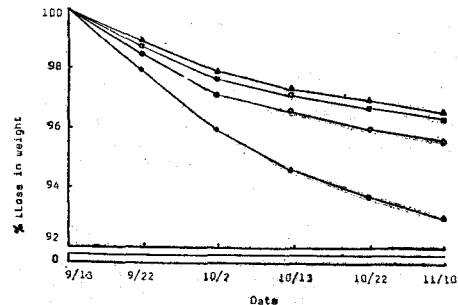


Fig. 3. Effect of PVA or PVC coating on weight loss of apples(McIntosh) during storage (stored at 25-15°C). Coated on Sep. 9, 1969).

—●—; Control, —○—; PVA 217-5%, —□—; PVC 222-10%, —△—; PVC 443-10%,

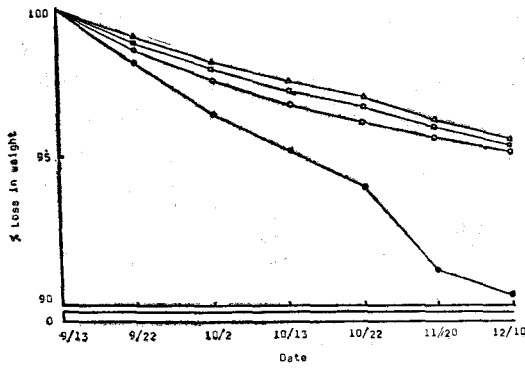


Fig. 4. Effect of PVA or PVC coating on weight loss of apples(Jonathan) during storage (stored at 25-13°C). Coated on Sep. 9, 1969.
 —●—; Control, —○—; PVA-4%, —□—; PVC 222-9%, —△—; PVC 443-9%

Coating 區가 4.8%로서 PVC 443 Coating 區가 減少率이 가장 적었다. 이러한 傾向은 旭과 紅玉에서도 同一하였으며 紅玉 2次試驗에서 Control 區가 貯藏末期에 8.1% 減少한데 비하여 PVC 443 Coating 區는 3.1%의 減少率을 보였다. 따라서 Plastic coating 은 貯藏中 사과의 減量을 抑制하는데 顯著한 効能을 보였다 (Fig. 2, 3, 4, 5).

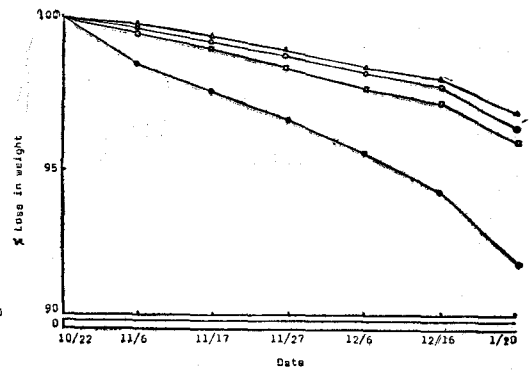


Fig. 5. Effect of PVA or PVC coating on weight loss of apples(Jonathan) during storage (stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969.
 —●—; Control, —○—; PVA 217-4%, —□—; PVC 222-9%, —△—; PVC 443-9%

4. Plastic coating 이 呼吸에 미치는 영향

紅玉(適熟果)은 貯藏初에 CO₂ 放出量이 全般的으로 약간 높은 傾向을 보여 Control 區가 3.6%, Coating 區가 2.5~2.6%였다. 그러나 其後 漸次 減少하기 始作, 貯藏 10日 以後는 다 같이 安定을 維持하고 貯藏中 큰 變化가 없었으며 貯藏中 呼吸率은 Control 區에 비하여 Coating 區에서 낮았다 (Fig. 6).

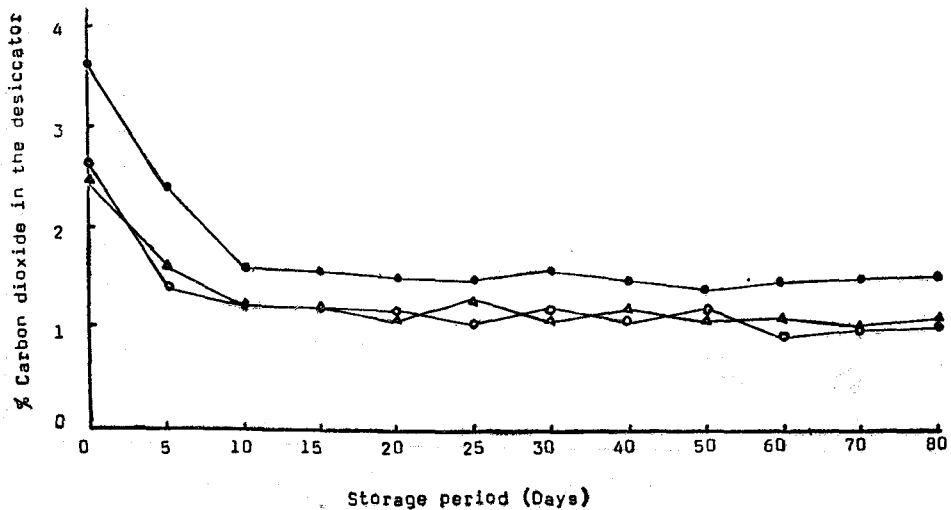


Fig. 6. Effect of PVA or PVC coating on the carbon dioxide evolution of apples(Jonathan) during storage (stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969.
 —●—; Control, —○—; PVA 217-4%, —△—; PVC 443-9%

5. Plastic coating 이 成分變化에 미치는 영향

貯藏中 水分의 減少率이 Plastic coating 區에서 현저히 억제되었다. 即 Control 區는 貯藏末期에 2.5%의 減少率을 나타내고 있는데 比하여 PVC 443 Coating 區는 0.35%로서 거의 변화가 없었다. 總糖은 전반적으로 減少하였으며 Control 區가 貯藏中期에 그 含量이 增加하여 높은 比率을 나타냈으나 其後 減少하여 貯藏末期에는 가장 낮았으며 還元糖은 貯藏中 全般的으로 增加하고 그 比率은 Coating 區가 가장 높았으며 PVC 443 Coating 區가

가장 낮았다. 澱粉은 貯藏初期에 急激한 減少率을 보이고 約 2個月後에는 거의 糖化된 것으로 推察하였으며 그 傾向은 Control 區에서 심하였고 PVC 443 Coating 區에서 緩慢하였다. 酸度는 全般的으로 減少하고 Control 區에서 貯藏初期에 Coating 區에 比하여 多少 높은 比率을 보였으나 貯藏中期以後는 繼續 Coating 區에 比하여 낮았다. pH는 전반적으로 약간 增加되는 傾向을 보였으나 큰 변화는 없었다.

以上과 같이 貯藏中 成分의 變化는 Control 區와 Coating 區間에 差異가 認定되었으나 그 차이는 대체적으로 僅少한데 그쳤다 (Table 14).

Table 14. Effect of PVA or PVC coating on the chemical composition of apples(Jonathan) during storage(stored at 15-7°C). Coated on Oct. 22, 1969.

Components & treatment	Date					
	10/22	11/4	11/20	12/4	12/18	1/5
Moisture(%)						
Control	86.92	86.51	85.99	85.59	85.14	84.42
PVA 217-4%		86.73	86.21	85.93	85.78	85.45
PVC 443-9%		86.86	86.74	86.66	86.61	86.57
Total sugar(%)						
Control	11.96	10.84	12.11	12.35	11.88	10.15
PVA 217-4%		10.97	11.22	12.11	10.80	10.35
PVC 443-9%		11.53	11.56	11.21	10.74	10.48
Reducing sugar(%)						
Control	6.93	7.54	8.42	9.20	9.24	8.92
PVA 217-4%		7.93	8.35	8.69	9.10	8.92
PVC 443-9%		8.19	8.15	8.19	8.38	8.35
Starch (%)						
Control	0.78	0.40	0.35	0.21	—	—
PVA 217-4%		0.44	0.39	0.30	—	—
PVC 443-9%		0.46	0.42	0.38	—	—
Tit. acidity(%)						
Control	0.71	0.64	0.43	0.47	0.37	0.34
PVA 217-4%		0.56	0.51	0.47	0.44	0.39
PVC 443-9%		0.54	0.48	0.42	0.39	0.38
pH						
Control	3.40	3.54	3.65	3.71	3.76	3.80
PVA 217-4%		3.52	3.62	3.68	3.71	3.76
PVC 443-9%		3.53	3.64	3.70	3.73	3.74

6. Plastic coating 이 Ascorbic acid, Ascorbic acid oxidase activity, Pectin 및 Malic acid 에 미치는 영향

1) Ascorbic acid

30°C의 高溫貯藏에서 Ascorbic acid의 減少率은

적심하였으며 還元型 Ascorbic acid는 약 1個月後에 零에 가까웠다. Control 區와 Coating 區間의 減少傾向은 Total ascorbic acid와 Reduced ascorbic acid가 다같이 Control 區에서 Coating 區에 比하여 더욱 甚한 減少 傾向을 보였다 (Fig. 7).

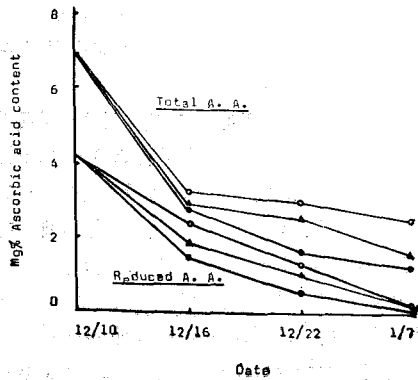


Fig. 7. Effect of PVC or PVA coating on the ascorbic acid content of apples(Rall's Janet) during storage (stored at $30 \pm 2^\circ\text{C}$). Coated on Dec. 4, 1969.
 —●—; Control, —○—, PVA 217-4%,
 —△—; PVC 443-9%

2) Ascorbic acid oxidase activity

Ascorbic acid oxidase 活性은 貯藏初期에 극히 活潑하였고 Reduced ascorbic acid의 減少 傾向에서와 같이 全般的으로 급속히 活性이 弱화되었으나 Coating 區에서는 Control 區에 比하여 貯藏中 계속 그 活性이 낮았다.

이와 같은 사실은 전기한 Ascorbic acid가 Control 區에서 Coating 區에 比하여 그 減少傾向이 심하였던 사실을 立證하고 있는 것이라 생각한다 (Fig. 8).

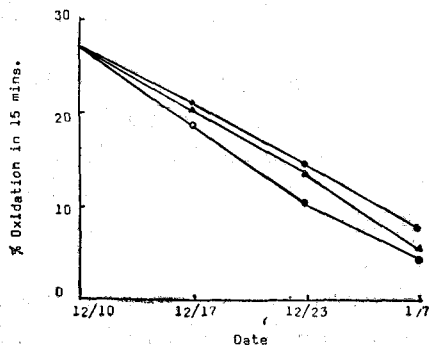


Fig. 8. Effect of PVA or PVC coating on the ascorbic acid oxidase activity of apples(Rall's Janet) during storage (stored at $30 \pm 2^\circ\text{C}$). Coated on Dec. 4, 1969.
 —●—; Control, —○—; PVA 217-4%,
 —△—; PVC 443-9%

3) Pectin

Control 區는 Total pectin의 減少率에 比例하여 Water soluble pectin의 增加傾向이 현저하였으나 Coating 區에서는 增減現象이 극히 緩慢하여 Water soluble pectin은 거의 변화가 없었으며 Total pectin에 있어서도 PVC 443 Coating 區는 그 減少率이 0.04%에 不過하였다 (Table 15).

Table 15. Effect of PVA or PVC coating on pectin substance contents of apples(Rall's Janet) during storage (stored at $30 \pm 2^\circ\text{C}$). Coated on Dec. 4, 1969.

Treatment	Date			
	12/9	12/15	12/21	1/9
Total pectin(%)				
Control	0.51	0.41	0.36	0.35
PVA 217-4%		0.44	0.43	0.41
PVC 443-9%		0.48	0.47	0.47
Water soluble pectin (%)				
Control	0.10	0.11	0.15	0.19
PVA 217-4%		0.09	0.12	0.13
PVC 443-9%		0.10	0.12	0.12

4) Malic acid

高溫貯藏에서 Malic acid의 減酸率은 極心하였으며 30°C 에서 1개월간의 減酸率은 Control 區가 74.8%, PVC 443 Coating 區가 71.9%, PVA 217 Coating 區가 65.7%로서 다 같이 현저한 감소율을 보이고 있으나 Control 區에 比하여 Plastic coating 區에서 減酸率이 적었다 (Table 16).

Table 16. Effect of PVA or PVC coating on the malic acid content of apples(Rall's Janet) during storage (stored at $30 \pm 2^\circ\text{C}$). Coated on Dec. 4, 1969.

Treatment	Initial	Final
Control	588mg%	148mg%
PVA 217-4%		202
PVC 443-9%		170

7. Plastic coating 이 사과 組織內의 Gas 分壓에 미치는 영향

Plastic coating은 組織內의 CO_2 濃도와 O_2 농도의 증감에 현저한 영향을 주었다. 즉 室溫에 貯藏한 Control 區는 貯藏 9日後 組織內의 O_2 농도가

19.2%인데 비하여 PVA 217 Coating 區는 11.2%, PVC 443 Coating 區는 13.1%였으며 CO₂ 농도는 Control 區가 3.0%인데 비하여 Plastic coating 區는 각각 10.2%, 7.1%였다. 또 同一한 濃度(emulsion)에 있어서도 組織內的 Gas 分壓은 貯藏溫度에 따라 多少 差異가 있음을 보였다 (Table 17).

Table 17. Effect of PVA or PVC coating on the internal atmospheres of apples(Rall's Janet) after a week's storage. Coated on Dec.4, 1969.

Treatment	Stored at 9-10°C.		Stored at 30±2°C.	
	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂
Control	3.0%	19.2%	4.5%	18.8%
PVA 217-4%	10.2	11.2	11.5	10.3
PVC 443-9%	7.1	13.1	9.5	12.7

考 察

Plastic coating 區의 貯藏效果는 品種과 熟度에 따라 多少의 差異는 있었으나 Control 區에 비하여 生理障害의 發生과 萎縮이 抑制되었고 地色(熟度)의 變化가 遲延되었으며 貯藏減耗量과 廢果率이 減少하여 貯藏效果가 顯著하게 向上되었다.

Plastic coating 에 依한 貯藏效果의 向上에 隨伴하여 硬度的 低下 및 減量の 遲延, 呼吸 및 蒸散作用의 抑制, Ascorbic acid, Soluble pectin 등 成分變化의 減少, 또는 Ascorbic acid oxidase 등 酸化酵素의 活性이 低下되었음이 밝혀졌다.

또 從來에 貯藏성이 缺如된 品種으로 알려진 祝과 旭等 早生品種도 Plastic coating 으로 相當期間, 鮮度を 維持하고, 流通壽命의 幅을 넓일수 있음이 同時に 밝혀졌다.

이러한 本 試驗結果에 따라 一般的인 貯藏性 增進問題, 또는 Plastic coating 에 依한 貯藏效果 增進의 機作에 關하여 考察하던 다음과 같다.

元來 青果物은 收穫과 동시에 外部로 부터의 養分供給 Route 를 喪失하게 되는 고로 貯藏中 呼吸과 蒸散作用이 進行됨에 따라 各種成分의 變化 및 消耗(특히 L-Malic acid 의 損失이 크다^{41 42 43})와 細胞의 劣化 및 鮮度の 變動^{84 93}이 間斷없이 進行되고 이에 따라 貯藏力은 減退하며 商品價値를 喪失하게 된다.

따라서 이와 같이 貯藏성에 中心的인 要因이 되고 있는 呼吸과 蒸散의 兩大作用을 抑制하기 爲하여 이와 密接한 關係를 가지는 貯藏溫度⁹⁷와 果實

周圍의 大氣組成 比率을 品質保障面에서 調節(變形大氣)하여 貯藏效果를 發揮하고자 함이 溫度調節 貯藏法(冷溫貯藏法), CA 貯藏法(Controlled atmosphere storage), Plastic film 包裝 貯藏法 등임은 일찌기 알려진 事實이다.

即 溫度는 貯藏 青果物의 呼吸作用을 비롯하여 其他 諸變化에 關與하는 主要條件으로서 貯藏溫度가 10°C 를 上昇할 때 마다 呼吸量은 約 2 倍(1.89 ~ 3.01 倍)로 增加하고⁸⁸ 10°C 가 低下됨에 따라 1/2 ~ 1/4 로 呼吸量은 減少한다⁸⁸. 岡本(1963)⁸⁹은 室溫에 貯藏하였던 사과가 0°C 附近으로 品溫이 떨어졌을 때 그 呼吸量은 顯著히 減少하여 室溫貯藏時의 呼吸量에 비하여 1/10 로 減少한다고 하였다.

또 貯藏溫度는 사과의 熟成作用과도 密接한 關係를 가지고 있어 大畑(1957)⁸⁵은 0°C 에서 8 個月間 貯藏하였을 때 進行된 熟度가 4.4°C 에서는 4 個月間에 나타나고 10°C 에서는 2 個月間에 그리고 18.3°C 에서는 不過 1 個月間 貯藏에서 그와 같은 熟度に 達하였다고 한다.

大氣中の 氣相(N₂ 78.10%, O₂ 20.93%, CO₂ 0.03%, 其他 微量 Gas)은 青果物의 生産面에서 볼때는 우선 好適條件이라 생각할 수 있으나 이를 保藏面에서 觀察할 때는 그와는 다르다. 即 青果物은 그 種類 및 Climacteric rise 의 有無에 따라 差異는 있으나 大體로 酸素濃度가 높을 수록 呼吸量은 增加하며 放出 Energy 의 總量도 크다⁸⁶. 放出 Energy 의 多少는 곧 青果物의 貯藏中 品質과 鮮도에 미치는 영향이 크므로 呼吸量이 높고 Energy 의 放出量이 큰 青果物일 수록 貯藏壽命은 짧고 品質의 劣화가 빠르다.

따라서 青果物 周圍의 氣體組成 比率을 品質 保藏面에서 調節(O₂ 3%, CO₂ 2~5%)^{4 14 20 22 40 46 47 67 74 83 87 92 96}하고 低溫에 貯藏(CA 貯藏, Plastic film 包裝 貯藏)하면 果實의 呼吸이 抑制되고 Climacteric rise 의 出現이 遲延되며 細胞의 劣化와 追熟이 抑制되어 鮮度が 維持된다.

岡本(1963)⁸⁹은 O₂ 와 CO₂ 濃度を 各各 3%로 調節한 變形大氣中에 貯藏한 사과의 呼吸量은 普通 冷溫貯藏時에 비하여 1/2 로 抑制되고 酸味의 損失이 적었으며 鮮度の 保藏이 優秀하였다고 하며 Gries et al.(1966)¹⁰도 酸素의 濃度を 10%로 調節하여 貯藏한 Florida lemon 의 呼吸量은 普通 冷溫貯藏에 비하여 1/2 로, 2% 濃度에서는 1/4 로 減少하였다고 한다.

또 CO₂의 경우는 酸素와는 달리 異狀呼吸으로 醱酵現狀을 나타내지 않은 範圍에서 CO₂의 濃度を 높이는 것이 (Climacteric rise 群의 境遇) 呼吸量이 낮고 Climacteric rise의 出現과 追熟이 遲延되어 鮮度の 保藏效果가 顯著하다. Kidd and West (1933)는 溫度와 CO₂ 및 酸素의 綜合의 效果를 檢討하고 1°C에서는 CO₂의 濃도가 10%를 超過하면 Scald의 發生과 內部 組織에 崩壞가 招來되었으나 4°C에서는 同一한 濃도에서도 貯藏效果가 顯著하여 空氣中에 貯藏한 것에 比하여 貯藏壽命이 1.5~2.0倍 以上 延長되었다고 한다.

또 CO₂는 2~20%의 濃度에서 綠色植物의 Chlorophyll의 分解를 抑制하며 Climacteric rise의 出現을 抑制 또는 遲延함으로써 果肉의 軟化와 有機酸의 損失을 抑制한다고도 한다.

以上과 같이 變形大氣中에서 貯藏성이 向上되는 原因은 다음과 같다고 생각된다.

即 呼吸作用에는 多數의 酵素가 關與하며 反應의 初段階는 主로 嫌氣性 酵素群이, 그리고 反應의 後段階는 好氣性 酵素群이, 各各 關與하므로 後段階의 反應速度는 酸素의 濃도와 密接한 關係를 가지게 된다. 그러므로 結局 酸素濃度의 多少는 終局的으로 呼吸量의 多少로 나타나게 된다. 따라서 酸素濃도가 낮을수록 呼吸量은 減少하며 呼吸基質의 好氣의 分解가 低酸素 濃도와 高濃度 CO₂下에서 抑制되고 그로 因하여 貯藏성이 向上된다고 생각된다.

果實의 Gas 交換은 組織內外의 Gas 分壓差에 依하여 Gas 擴散으로서 進行된다. 即 大氣中の 酸素는 分壓差에 따라 果實의 氣孔과 皮目を 通하여 組織內로 擴散하여 組織中の 呼吸 基質을 酸化, 分解하고 最終產物인 CO₂를 亦是 分壓의 差異로 組織外에 放出한다.

따라서 組織內外의 Gas 分壓의 差가 크면 클수록 Gas 擴散은 迅速하고 酸素의 供給이 活潑하여 呼吸이 增加하고 呼吸 基質의 酸化에 의한 品質의 劣化와 鮮度の 低下가 促進되리라는 것은 쉽게 斟酌할 수 있다. 反對로 氣孔과 皮目を 遮斷하였을 경우는 酸素의 缺乏으로 酸化, 分解가 沮止되어 Ethyl alcohol, Acetaldehyde와 같은 有毒性 不完全 酸化물이 體內에 蓄積되어 生活機能 自體가 沮害된다.

그러나 果實周圍의 酸素分壓이 낮거나(變形大氣中) Gas 擴散 機構가 抵抗(遮斷이 아니라)을 받을 경우는 Gas 擴散은 自然 抑制되어 組織內의 酸素分壓은 낮아지고 分解의 最終產物인 CO₂의 分壓은

增加하여 呼吸은 漸次 減少하고 呼吸基質의 分解가 抑制되는 故로 貯藏壽命이 延長되리라 생각된다.

사과를 Plastic emulsion에 處理하면 表皮上에 被膜이 形成된다. 形成된 被膜은 Polyethylene film과 같이 特異的인 通氣性⁵²⁾을 가지고 있으리라 보며 또 被膜自體가 顯微鏡上에 網狀 或은 分散狀態로 나타나고⁴⁹⁾ 있는 것으로 미루어 形成된 被膜은 Gas 擴散機構를 遮斷하지 않고 다만 Gas 擴散에 對한 表皮(氣孔, 皮目)의 抵抗性만을 增加시킨다고 생각된다.

따라서 Plastic coating 사과는 表皮의 Gas 擴散에 對한 抵抗性의 增加로 組織內의 CO₂ 濃度は 增加하고 酸素濃度は 減少된다. 이와 같은 事實은 組織內의 Gas 分壓 測定結果에서도 究明되었다(Table 17).

이와 같이 變形된 組織內의 Gas 分壓은 貯藏中の 代謝機能을 抑制하였고 그 結果 前記한 變形大氣中에서의 貯藏效果와 類似한 效果를 Plastic coating 區에서 發揮한 것이라 본다.

即 Plastic coating 區는 組織內의 Gas 分壓에 影響을 미치고 이로 因하여 貯藏中 萎縮과 軟化 및 追熟은 顯著히 抑制되었고 呼吸과 貯藏 損耗量이 減少하여 貯藏期間이 延長된 것으로 본다.

또 貯藏靑果物의 萎縮 및 軟化와 重量 減少, 나아가서는 鮮度の 沮害 등은 水分의 蒸散과 密接한 關係를 가지며 일찌기 Powell(1905)은 果實表面의 蠟狀物質의 量에 따라 水分蒸散量은 顯著히 差異하며 未熟果는 完熟果에 比하여 蠟狀物質이 적고 따라서 萎凋가 빠르다고 指摘하였으며 樽谷(1968)는 果實의 水分 蒸散이 0°C(貯藏溫度)에서도 거의 直線的으로 進行되나 Polyethylene film에 包裝하였을 때는 不過 1%에도 未達하였다고 한다.

Plastic coating 區에서 萎縮과 軟化 및 重量減少가 抑制되고 鮮도가 保藏된 것은 組織內의 Gas 分壓의 影響以外에도 Plastic 被膜의 特異的인 蒸散抑制 效果가 加上된 것이라 본다.

果實에서 地色の 變化는 追熟을 意味하며 저장 중 呼吸作用에 依하여 生成된 Ethylene은 果皮色素의 脫色을 促進하는 故로 熟成에 따라 地色은 漸次變化한다. Banana는 貯藏初期 呼吸이 上昇하기 以前에는 綠色과 硬度를 維持하나 呼吸이 上昇하기 始作하면서 (Climacteric rise) 漸次 黃化하기 始作하고 完全 黃化하면 2~3日 後에는 果肉이 軟化하고 品質도 急速度로 惡化한다고 한다⁷⁴⁾.

Plastic coating 區에서 地色の 變化가 顯著히 抑制

된 것은 追熟이 遲延된 것을 意味하며 그마만치 貯藏壽命이 延長되었음을 立證한 것이라 볼 수 있다.

果實의 硬度는 Pectin 質과 密接한 關係를 가지고⁶⁴⁾ 品質과 食味에 重要な 役割을 한다.

三浦(1958)⁸²⁾는 10月 18日에 收穫한 Delicious apple은 貯藏初期의 硬度가 6.5kg였으나 11月中旬에는 3.5kg으로 低下하였고 2月中旬에는 3.1kg에 達하였다고 하였으며 硬度가 3kg 程度까지 低下된 사과와 果肉은 이미 粉質化하고 品質은 劣化하였다고 한다.

本 試驗에서도 Control 區는 全品種에서 大體로 貯藏末期에 硬度가 3kg에 肉迫하였고 品質과 食味が 劣化하였으나 硬度和 鮮度는 반드시 品質評價上에 있어서 一致되지 않았다.

Pectin 質은 未熟果에서 水不溶性 Protopectin의 形態로 存在하여 細胞相互間의 結合력을 높이므로서 그 硬도를 維持한다.

그러나 漸次 熟度가 進行되면서 Protopectin은 Pectinase에 의하여 水溶性 Pectin⁸¹⁾(Pectin→Pectinic acid→Pectic acid→Galacturonic acid)으로 變化하게 되는 故로 細胞의 結合력은 低下하고 肉質은 粉質軟化한다.

Plastic coating 區의 Total pectin의 減少率(0.04%)과 Water soluble pectin의 增加率(0.02%)은 Control 區에 比하여 Plastic coating 區에서 硬度的 維持가 優秀하였음을 立證하고 있다 (Table 15).

Protopectin의 分解酵素인 Pectinase의 活性은 酸素 存在下에서 活發하고 CO₂ 存在(5% 以上) 下에서 活性이 抑制된다고 한다.^{80 98)}

Plastic coating 區에서 前記와 같이 Protopectin의 變化가 微微하였던 것은 組織內的 CO₂ 分壓이 Pectinase의 活性을 抑制하였기 때문이라 본다.

저장중 生理障害에 對한 그 誘發物質의 種類 및 發生機構에 관하여는 여러가지 說이 있으나 大體로 溫度, 過濕⁹⁰⁾, 無機營養^{70 71 100)} 및 揮發性物質^{10 17)} 등이 關係 要因이라 알려져 있으며 特히 揮發性物質의 蓄積이 그 主要原因이라는 說이 有力視되고 있다. 따라서 이에 對한 많은 研究^{57 61 62 63)}가 進行되었고 貯藏前 Waxing, 豫冷, 저온저장, Hormone 浸漬^{12 18 23 24 48 55)} 등이 그 效果를 거두고 있다.

Blanpied and Smock (1961)⁶¹⁾는 Scald의 發生率이 높은 Gallia Beauty apple의 Scald 發生率을 觀察하고 저장중 酸素濃도가 낮고 CO₂ 濃도가 높을수록 發生率은 적었다고 하였으나, CO₂ 濃도가 一定 濃도를 超過하였을 때는 亦是 Scald와 心腐病

이 發生하였다고 한다.

Plastic coating 區에서 生理障害가 현저히 抑制된 것은 組織內的 CO₂ 分壓과 有關^{21 30 53 69)}하여 저장중 代謝產物의 生成 및 축적이 抑制되었기 때문이라고 생각한다.

Plastic coating의 品種別效果는 Emulsion의 種類와 사과와 熟度에 따라서 差異가 있었다. 即 祝에서는 PVA 217 Coating 區, 旭에서는 PVC 443 Coating 區, 그리고 紅玉은 PVC 443 Coating 區와 PVA 217 Coating 區에서 저장 효과가 우수하였으며 PVC 222 Coating 區는 全品種에서 大體로 그 效果가 低調하였다. 또 紅玉에서 熟度에 따르는 Coating 效果는 適熟果에서 優秀하였으며 特히 Jonathan spot의 發生을 抑制하는데 效果의이었다.

이와 같은 事實의 原因은 Plastic emulsion이 그 種類에 따라 被膜形成 樣相이 各各 다른 點 以外에도 品種에 따르는 天然 Wax의 量과 Coating 特히 溫度等이 作用하는 것이라 生覺된다. 即 紅玉과 같이 天然 Wax가 豊富한 品種에서는 Plastic coating의 效果가 餘他品種에 比하여 比較的 低調하였으며 (Table 8) Coating 時의 溫度가 높을 때는 同一한 濃度(Emulsion)에서도 地色の 變色이 招來되었다.

果實속에 含有되어있는 炭水化合物의 大部分은 單糖類이며 未熟果에 存在하는 澱粉은 果實의 成熟에 따라 漸次 糖化한다. 糖類는 主로 蔗糖, 葡萄糖, 果糖이며 그외에 微量의 Xylose가 存在하고⁷⁵⁾ 저장중 呼吸基質로서 消耗된다. 저장중 Control 區가 貯藏中期에 糖含量이 增加하였던 것은 澱粉의 急激한 糖化에 基因된 것이라 보며 還元糖이 Coating 區에 比하여 높은 比率을 보인 것은 貯藏 末期의 總糖量으로 미루어 Control 區에서 그마만치 代謝作用(熟成)이 活潑하였던 것을 意味하는 것이라 生覺된다^{44 45)}. 岡本(1961)는 30°C에 10日間 貯藏한 紅玉은 品質이 極히 低下되었음에도 殘糖量은 11.01%(貯藏時 11.68%)였고 祝은 30°C에서 1個月間 貯藏으로 이미 市場價値를 完全히 喪失한 然後에도 7% 以上の 殘糖을 나타냈다고 하며 따라서 사과와 品質(食味)에 미치는 殘糖量의 영향은 그리 큰 問題가 되지 않는다고 하였다. Plastic coating 區는 Control 區에 比하여 成分의 變化가 적었던것은 事實이나 品質 및 鮮度에서 보여 準바와 같이 顯著한 差異를 成分變化에서 찾아 볼 수 없었다.

사과의 有機酸에 關하여 일찍이 Bigelow and Dunbar (1917)⁵¹는 그 大部分이 L-Malic acid 라고 報告하였으며 Nelson(1927)³⁸⁾은 Malic acid 以外에 少量의 Citric acid 가 存在한다고 發表하였다. 그러나 Chromatography 가 開發되면서 Malic acid 와 Citric acid 以外에도 微量으로 存在하는 많은 種類의 有機酸이 續續 밝혀지고 있다. 卽 Lactic acid, Chlorogenic acid, Formic acid, Glycolic acid, Fumaric acid, Galacturonic acid, Citramalic acid, Glyceric acid, Shikimic acid, L-Ketoglutaric acid, Pyruvic acid, Oxaloacetic acid, Glyoxylic acid, Isocitric acid, Mesotartaric acid, Indol-3-acetic acid, Oxalic acid, Tartaric acid, Caproic acid, Propionic acid^{36 42 88)} 등이 微量으로 存在하며 이는 貯藏中 有機酸代謝에 依하여 消失되어 간다⁹⁰⁾. 有機酸中 特히 Malic acid 의 減酸速度는 빠르고 品種에 따라 多少 遲速의 差異는 있으나 (印度-速, 紅玉-遲) 거의 一定한 速度로 貯藏中 減少하여 食味(酸味)와 鮮度の 低下에 主要要因을 이루고 있다. Malic acid 의 生成 主要經路는 CO₂ 가 Pyruvate 或은 Phosphoenol pyruvate 와 反應하여 Oxaloacetate 를 生成하고 Oxaloacetate 에서 Malic acid 脫水素酵素에 依하여 Malic acid 가 生成될 것이며 한편 分解는 Malic acid 酵素의 活性으로 酸化的 脫炭酸化하여 Pyruvate 를 거쳐 분해되어 가는 것이라 보고 있다⁴⁹⁾. 岡本(1968)는 Malic acid 의 脫水素酵素의 活性은 CA 貯藏에서 높고 Malic acid 酵素의 活性은 普通 冷貯藏에서 活潑하며 CA 貯藏果에서 減酸率이 낮았다고 하였다. 따라서 Malic acid 의 變化는 呼吸^{29 37)} 特히 CO₂ 와 密接한 關係를 가지는 것이라 生覺되며 Plastic coating 區에서 Malic acid 의 減酸率이 적은 것은 組織內的 Gas 分壓 特히 CO₂ 分壓과 呼吸에 그 原因이 있었던 것으로 본다.

사과의 Vitamin C 含量에 대하여는 既往에도 많은 研究가 多角的으로 이루어졌다고 생각된다. 즉 품종간의 差異⁷⁰⁾, 產地別⁷⁰⁾ 및 栽培環境에 따르는 差異 그리고 사과의 部位別調查⁶⁵⁾ 등이 報告되었으며 그 減少傾向은 貯藏溫度⁷⁸⁾와 呼吸量 및 CO₂⁶⁴⁾에 密接한 關係를 가진 것으로 알려져 있다. 卽 冷貯藏下에서도 還元型 L-Ascorbic acid 는 酸化되어 酸化型 Ascorbic acid 로 變化, 즉 非可逆的으로 酸化¹⁶⁾한다고 하며 高溫과 CO₂ 의 過剩下에서 還元型 Ascorbic acid 와 Total ascorbic acid 의 減少率이 迅速하다고 한다⁶⁸⁾. 그러나 시금치의 경우 적당한 CO₂ 濃度(5%) 下에서는 普通空氣中에 貯藏한 것

에 비하여 Total ascorbic acid 의 減少率이 적었다고 한다^{80 94)}. 또 Ascorbic acid 의 減少와 酸含量(특히 Malic acid) 및 水素 ion 의 濃도와는 關係가 깊고 酸含量이 높을 때는 Ascorbic acid 의 감소는 적은 것으로 나타나고 있다. Plastic coating 區(특히 PVA 217 Coating 區)에서 Total 및 還元型 Ascorbic acid 의 감소율이 若干 얕은 것은 酸含量(Malic acid)에 起因한 것이라 본다 (Table 16).

生體組織中 酸化酵素는 Ascorbic acid 의 酸化를 促進한다고 한다⁶⁹⁾.

本試驗에서 Ascorbic acid 의 減少率과 Ascorbic acid oxidase 의 活性과의 關係를 比較觀察한바 貯藏初期에 Ascorbic acid oxidase 의 活性이 活潑하고 貯藏期間이 經過됨에 따라 漸次 그 活性이 낮아졌다. 따라서 貯藏初期에 Ascorbic acid 의 含量이 높을 때 Oxidase 의 活性도 活潑하였고 그 含量이 減少되어 감에 따라 Oxidase 의 Activity 도 낮아졌다. 따라서 Total ascorbic acid 의 含量과 Ascorbic acid oxidase 의 Activity 는 比例關係를 가지는 것으로 생각되었다. 組織內的 Gas 分壓 比率은 同一 濃度서도 貯藏溫度에 따라서 差異하였다.

組織內的 酸素分壓이 지나치게 制限될 때 사과는 Alcohol 障害 혹은 醱酵을 招來하기 쉬우므로¹⁰⁾ 30°C 以上の 貯藏溫度에서 長期間에 걸쳐 貯藏을 目的으로 할 때는 Plastic emulsion 의 濃度を 適宜 調節하는 것이 必要하다고 認定되었다.

結 論

사과의 저장중 品質의 劣化를 抑制하고 鮮度を 維持하여 貯藏目的을 효과적으로 達成하기 위하여 처음으로 Plastic coating 方法을 實施한 바 顯著한 貯藏效果向上을 結果하였고 本方法의 품종별 적성을 調査함과 동시에, 本법에 의한 貯藏性 向上의 機作을 究明하고자 저장중 사과의 代謝作用과 성분변화 및 鮮도에 미치는 영향을 實驗하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. Plastic coating 에 依하여 사과의 貯藏性은 顯著히 向上되었고 同時에 Coating 으로 表皮上에 形成된 被膜은 사과의 Gas 擴散機構에 관한 抵抗性을 증가시키고 따라서 組織內的 CO₂ 分壓은 증가하고 酸素分壓은 低下하였다.

2. Plastic coating 으로 變形된 조직내의 Gas 分壓은 呼吸作用 等의 代謝機能을 抑制하여 貯藏中 追熟, 萎縮, 軟化, 生理障害(祝에서 Bitter pit, 紅玉에서 Jonathan spot) 등의 出現을 抑制하였고

아울러 貯藏損耗量과 廢果率을 감소하여 저장성을 顯著히 향상시킨 것으로 본다.

3. Plastic coating 區의 저장효과는 Plastic emulsion의 종류와 處理時의 온도 및 熟度에 따라 差異하여 靚은 PVA 217 Coating 區가, 旭에서는 PVC 443 Coating 區가, 紅玉은 PVC 443과 PVA 217 Coating 區에서 각각 우수하였다.

4. 저장중 成分의 변화 특히 有機酸(L-Malic acid)의 減酸率, Ascorbic acid의 減少率, Soluble pectin의 增加率 등이 Plastic coating으로 因하여 낮아지고 Ascorbic oxidase 活性의 抑制等 成分變化에 관하여 저장성 向上을 가져온 몇가지 要因이 밝혀졌다.

Literatures cited

1. Anonymous 1950. Storage of apples. Food (London) 19(222), 110.
2. _____ 1965. A.O.A.C., p. 354.
3. Baghdadi, H.A., & R.M. Smock 1943. The comparative value of certain plastic materials and waxes in checking moisture loss from apples. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 42, 238-246.
4. Biale, J.B. 1946. Effect of oxygen concentration on respiration of the Fuerte Avocado fruit. Amer. J. Botany 33, 363-73.
5. Bigelow, W.D., & P.B. Dunbar 1917. J. Am. Chem. Soc. 9, 762.
6. Blanpied, G.D., & R.M. Smock 1961. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 78, 38.
7. Brooks, Charles, & C.P. Harley 1934. Soft scald and soggy-breakdown of apples. J. Agric. Res. 49(1), 55-69.
8. Claypool, L.L. 1939. Waxing of fruit. Blue Anchor 16, 6-8.
9. Claypool, L.L., & J.R. King 1941. Fruit waxing in relation to character of cover. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 38, 261-65.
10. Clijsters, H. 1965. Malic acid metabolism and initiation of the internal breakdown in "Jonathan" apples. Physiol. Planta 18, 85-94.
11. Date, W.B., & P.B. Mathur 1959. Effect of postharvest treatment with growth regulators on the ripening of mangoes (Mangifera indica L). Hort. Advance 3, 108-110.
12. Daines, R.H. 1962. Apple scald and its control by the use of diphenylamine or santoquin. Plant Dis. Repts. 46(11), 808-812.
13. Dedolph, R.R., S.H. Wittwer, & V. Tuli 1961. Senescence inhibition and respiration. Science 134, 1075.
14. Dedolph, R.R., S.H. Wittwer, V. Tuli, & D. Gilbert 1962. Effect of N⁶-benzylaminopurine on respiration and storage behavior of broccoli. Plant Physiol. 37(4) 509-512.
15. Dharkar, S.D., K.A. Savagaon, A.N. Srirangarajan, & A. Sreenivasan 1966. Irradiation of mangoes. J. Food Sci. 31(6), 870-77.
16. Fellers, C.R., W. Stepat 1936. Effect of shipping freezing and canning on the ascorbic acid of peas. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 33, 627.
17. Filder, J.C. 1950. Studies on the physiologically active volatile organic compounds produced by fruits. J.Pom. Hort. Sci. 25, 81-110.
18. Gerhardt, F., & E. Smith 1948. The storage and ripening response of western-grown fruits to post-harvest treatment with growth-regulating substances. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 52, 159-163.
19. Griesn, W., H.M. Vines, M.F. Oberbacher, S.V. Ting, & G. J. Edwards 1966. Controlled atmosphere storage of Florida and California Lemon. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 88, 311-18.
20. Griffiths, D.G., & N.A. Potter 1949. Effect of the accumulation of volatile substances produced by apples in gas storage. J. Pom. Hort. Sci. 25, 10-18.
21. Hall, E.G., S.M. Sykes, & S.A. Trout 1953. Effects of skin coatings on the behavior of apples in stoage. II. Common storage investigations. Australian J. Agr. Res. 4(3), 265-282. Illus.
22. Hardenburg, R.E., & R.E. Anderson 1959. Evaluation of polyethylene box liners and diphenylamine for storage of apples. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 73, 57-70.
23. Hardenburg, R.E., & R.E. Anderson 1960. Futher evolution of diphenylamine for the control of apple scald. Proc. Am. Soc. Hort.

- Sci. 75, 47-52.
24. Hardenburg, R.E., & R.E. Anderson 1965. Postharvest chemical, hot-water, and packaging treatments to control apple scald. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 87, 93-99.
 25. Hardenburg, R.E. 1967. Hot-water and chemical treatments to control scald on "Stayman" apples. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 90, 484-490.
 26. Jones, S.F., & H.W. Richey 1939. The use of wax emulsion in reducing desiccation of transplanted tomato plants and apples in storage. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 36, 751-53.
 27. Jorysch, D., P. Sarris, & S. Marcus 1962. Direction of organic acids in fruit juices by paper chromatography. Food Technol. 16(3), 90-93.
 28. Kim, H.S., Y.R. Choi, & S.M. Byun 1968. Studies on the preservation of fruits (1). J. Nuclear Sci. 8(1), Part 2, 147-54.
 29. Kurosaki, T. 1958. Studies on the storage of fruits and vegetables by wax treatment. Bull. Hiroshima Agric. College 1(1), 33-38.
 30. Linde, J.E., & W.C. Kennard 1949. Preliminary study of waxing on weight loss and keeping quality of apples. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 53, 177-80.
 31. Manabe, M., & T. Tarutani 1965. Some observation on the extraction and quantitative determination of pectic substances. Technical Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ. 17(1), 1-7.
 32. Marshall, R.E., C.L. Hamner, & J.C. Kremer 1948. Retardation of ripening of fruits with the methylester of naphthalene acetic acid. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 51, 95-96.
 33. McCombs, C.L. 1957. Ascorbic acid oxidase activity of certain vegetables and changes in the content of reduced and dehydroascorbic acid during shelf-life. Food Res. 22, 448-54.
 34. McCreedy, R.M., & E.A. McComb 1952. Extraction and determination of total pectin materials in fruit. Anal. Chem. 24(12), 1986-88.
 35. Miura, H., S. Haginuman, & M. Mizuta 1962. Quality of pectin in pears with special reference to the changes during maturation and subsequent after-ripening in Bartlett pears. J. Japanese Soc. Hort. Sci. 32(1), 27-36.
 36. Neal, G.E., & A.C. Hulme 1958. The organic acid metabolism of Bramley's seedling apple peel. J. Exp. Bot. 9, 142-57.
 37. Neal, G.E., & A.C. Hulme 1958. The effect of 2,4-dinitrophenol to the respiration climacteric. J. Exp. Bot. 9, 403-07.
 38. Nelson, E.K. 1927. J. Am. Chem. Soc. 49, 1300-02.
 39. Ogata, K., T. Murata, & T. Iwata 1958. Studies on the metabolism of apple fruits and volatile substances produced. J. Japanese Soc. Hort. Sci. 28(1), 12-18.
 40. Okamoto, T., K. Horitsu, & J. Harata 1961. Studies on the use of polyethylene film to extend storage life of apple fruits. Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ. 7, 23-28.
 41. Okamoto, T., & J. Harata 1959. Biochemical studies on storage apples. J. Agric. Chem. Soc. Japan 33(9), 753-56.
 42. Okamoto, T., & J. Harata 1961. Biochemical studies on storage apples(2). J. Agric. Chem. Soc. Japan. 35(14), 1350-54.
 43. Okamoto, T., & J. Harata 1961. Biochemical studies on storage apples(3). J. Agric. Chem. Soc. Japan 35(14), 1355-60.
 44. Okamoto, T., K. Horitsu, & J. Harata 1961. Controlled atmosphere storage of apples. J. Agr. Food Sci. & Technol. Japan 8(4), 194-99.
 45. Okamoto, T., K. Horitsu, & J. Harata 1966. Studies on the controlled atmosphere storage of apples(5). Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ. 12, 36-45.
 46. Okamoto, T., K. Horitsu, & J. Harata 1967. Studies on the controlled atmosphere storage of apples(6). Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ. 13, 7-13.
 47. Okamoto, T., K. Horitsu, & J. Harata 1962. Studies on the use of polyethylene film to extend storage life of apple fruits(2). Bull. Fac. Agric. Hirosaki Univ. 8, 29-39.
 48. Padfield, C.A.S., J.D. Atkinson, & P.J. Clark

1963. Control of apple scald by ethoxyquin. *New Zealand J. Agric. Res.* **6**(3/4), 245-52.
49. Park, N.P. 1969. Studies on the storage of fresh fruits and vegetables by plastic coating (I). *J. Korean Agr. Chem. Soc.* **12** (Sep.), 89-98.
50. Park, N.P., & E.H. Choi 1970. Studies on the storage of apples. II. Effects of the treatments of coating materials and geberellin on the storage of apples. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* **7**, 15-19.
51. Park, N.P. & E.H. Choi 1969. Studies on the storage of apples. III. Effects of combined treatments of coating materials and gamma-radiation on the storage of apples. Published in the *Korean Soc. Hort. Sci.* in Sep. 1969.
52. Park, N.P., L.H. Choi, O. H. Lee, & Y. M. Kim 1970. Studies on the storage of apples. I. Effects of single or combined treatments of gamma-radiation and polyethylene film package. *J. Korean Assoc. Food Sci.* **2**(1), 81.
53. Porritt, S.W. 1966. The effect of oxygen and low concentrations of carbon dioxide on the quality of apples stored in controlled atmosphere. *Can. J. Plant Sci.* **46**, 317-321.
54. Salwin, H., & J. F. Bond. 1969. Quantitative determination of lactic acid and succinic acid in foods by gas chromatography. *J. A.O.A.C.* **52**(1), 41-47.
55. Schomer, H.A. 1948. Method of reducing scald development on fruit. U.S. Patent 2, 450, 615, Appln. 19, 1946, Issd. Oct. 5, 1948.
56. Seiko Okanoue, Matsue Fukutani, Mizuho Sugihara and Isao Hashida 1965. Studies on the preservation of foods and the changes of their nutrients compounds by gamma-ray irradiation. *Radioisotopes*, **14**(2), 103-110.
57. Shatak, V.G., & E.P. Christopher 1953. Effect of mineral oil on storage scald of apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **61**, 233-36.
58. Smock, R.M. 1936. Certain effects of wax treatments on various varieties of apples and pears. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **33**, 284-89.
59. Smock, R.M. 1940. Some additional effects of waxing apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **37**, 448-52.
60. Smock, R.M., Donald Martin, & C.A.S. Padfield 1962. Effect of N⁶-benzyladenine on the respiration and keeping quality of apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **81**, 51-56.
61. Smock, R.M., & C.R. Gross 1947. The effect of some hormone materials on the respiration and softing rate of apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **49**, 67-77.
62. Smock, R.M. 1947. Some requirement of McIntosh apple in controlled atmosphere storage. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **50**, 104-114.
63. Smock, R.M. 1957. A comparison of treatment for control of the apple scald disease. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **69**, 91-100.
64. Smock, R.M., & A.M. Neubert 1950. Apples and apple Products. Interscience, New York.
65. Southwick, F.W. 1949. Futher studies on the influence of methyl alpha-naphthaleneacetate on ripening of apples and peaches. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **53**, 169-73.
66. Stone, W. 1937. Ascorbic acid oxidase and the state of ascorbic acid in vegetable tissues. *Biochem. J.* **31**, 508.
67. Tarutani, T. 1965. Studies on the storage of persimmon fruits. *Memoirs Fac. Agric. Kagawa Univ.* **19**, 4-54.
68. Thornton, N.C. 1937. Caron dioxide storage. X. The effect of carbon dixide on the ascorbic acid content respiration and pH of asparagus tissue. *Contr. Boyce Thompson Inst.* **9**, 139.
69. Trout, S.A., E.G. Hall, & S.M. Sykes 1953. Effects of skin coatings on the behavior of apples in storage. *Australian J. Agric. Res.* **4** (1), 57-81.
70. Tomana, T. 1960. Histological and physiological studies on the cause of the Jonathan spot in apples (I). *J. Japnese Soc. Hort. Sci.* **29**, 273-280.
71. Tomana, T. 1960. Histological and physiological studies on the cause of the Jonathan spot in apples (II). *J. Japanese Soc. Hort. Sci.* **30**, 23-30.

72. Woodruff, R.E., & P.C. Crandal 1958. The effect of several respiratory inhibitors on apples. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 71, 26-31.
73. Williams, M.W., & M.E. Patterson 1964. Nonvolatile organic acids and core breakdown of Bartlett pears. *J. Agr. Food Chem.* 12 (1), 80-83.
74. Young, R.E., R.J. Romani, & J.B. Biale 1962. Carbon dioxide effects on fruit respiration (II). *Plant Physiol.* 37, 416-422.
75. 麻生清, 紫崎一雄 外 4名 1951. リンゴの加工に関する研究(4). *醸工誌* 29 : 167~172.
76. 青森縣立苹果試験場 1936 年度業務年報.
77. 崔春彦 1956. Vitamin ㉠ 關 關 研究. *科研彙報* 第一輯 9~4.
78. 井上長治 1943. 貯蔵苹果の ビタミン含有量に関する研究. *園學雜* 14 : 294~301.
79. 伊藤壽刀, 福島榮二 1938. 苹果品種の染色體數調查(第一報). *園學雜* 9 : 1~6.
80. 加藤舜郎 1955. 青果物の冷蔵, 總論. *日本冷凍協會*
81. 北川博敏 1969. 青果物産地包装の意義と問題點. *農業と經濟* 34(9) : 1~4.
82. 三浦淳平 1958. リンゴデリシャス類の貯蔵. *農及園* 33(10) : 53~55.
83. 森 英男 1967. 米國のリンゴ産業視察記42(2) : 127~130.
84. 岡本辰夫 1968. 青果物における CA 貯蔵 (Controlled Atmosphere Storage)の原理. *日本食品工業學會第15回 大會 Symposium 講演集* 1~8.
85. 大畑徳輔 1957. リンゴの採果と貯蔵の注意. *農及園* 32(10) : 61~64.
86. 緒方邦安, 郷田卓夫 1968. 空氣と食品. *食品工業* 11(20) : 89~97.
87. 時本巽 1962. リンゴの收穫と貯蔵法. *農及園* 37(10) : 49~52.
88. 緒方邦安 1963. 園藝食品の加工と利用. *養賢堂*
89. 岡本辰夫 1963. 果實類の CA (Controlled Atmosphere)貯蔵. *日本食品工業學會誌* 10 (12) : 30~37.
90. ____ 1968. 青果物の Controlled atmosphere (CA)貯蔵. *化學と生物* 6(9) : 337~542.
91. ____ 1957. リンゴ果實のペクチン分解酵素. *農産加工技術誌* 4 : 69.
92. 岡本辰夫, 掘津圭佑, 原田順厚 1963. リンゴ果實の CA 貯蔵に関する研究 (2). 紅玉について. *日本食品工業學會誌* 10(7) : 12~16.
93. 佐藤幹夫, 淺野生三郎 1967. シェットによる柑橘類果實の腐敗防止試験. *農及園* 42(1) : 59~60.
94. 管原友太 1940. 貯蔵菠薐草のノスכולピン酸含有量 に及ぼす 炭酸瓦斯の影響に就て. *園學雜* 11 : 288~298.
95. ____ 1941. 華果のビタミン含有量に就て. *園學雜* 12 : 109~112.
96. 堂腰 純 1961. リンゴの貯蔵. *農及園* 36(11) : 5~8.
97. 樽谷隆之 1963. 果實そ菜の貯蔵. *日本食品工業學會誌* 10(5) : 24~40.
98. ____ 1966. 青果物の保存 (1). 冷凍空調技術 14(163) : 21~25.
99. ____ 1938. ポリエチレン包装による果實貯蔵の實際. *果實日本* 23(1) : 102~105.
100. 山崎利彦 1963. リンゴの Bitter pit の 發生と對策. *農及園* 38(7) : 33~37.