

사과의 減壓貯藏中 果皮脂質成分과 色素의 變化

金 靈 兌 · 孫 泰 華 · 崔 鍾 旭 · 崔 相 源 · 文 廣 德

慶北大學校 農科大學 食品工學科

Changes of Lipid Components and Pigments in Apple Peels during the Storage under Sub-atmospheric Pressure

Kim, Kyung Tae · Sohn, Tae Hwa · Choi, Jong Uck · Choi, Sang Won · Moon, Kwang Deok

Dept. of Food Science and Technology, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

Summary

The changes of lipid components in apple peels which effects physiological characteristic in apple storage, and pigment which is important base in quality, were investigated in terms of temperature and pressure.

The results obtained were as follows ;

The contents of total lipid of Ralls which is resistant to cold temperature were higher than those of Fuji.

The contents of total lipid of Fuji and Ralls were decreased up to about 60 days and then increased up to the final stage of storage. Especially, the increasing rate at low temperature storage was greater than at normal temperature storage.

In the case of Fuji, the contents of neutral lipid of normal temperature were increased up to 90 days, while those of low temperature were decreased up to 60 days and then increased up to 90 days.

The contents of glycolipid, in both Fuji and Ralls were decreased up to about 30 days and then increased up to about 60 days and the decreased up to 90 days.

The contents of phospholipid in Fuji were decreased during storage, while those in Ralls were appeared very slight changes.

The ratios of unsaturated fatty acid to saturated fatty acids in neutral lipid of Fuji were decreased during storage, but those of Ralls were increased. Those of glycolipid of Fuji were decreased up to 60 days and then increased up to 90 days, while those in Ralls were increased during storage.

In both Fuji and Ralls, those of phospholipid increased during storage and were high in order of sub-atmospheric pressure at 1°C (SAP-L), normal atmospheric pressure at 1°C (NAP-L), sub-atmospheric pressure at 20°C (SAP-N) and normal atmospheric pressure

at 20°C(NAP-N) for storage condition.

The contents of chlorophyll of Ralls were higher than those of Fuji and the decreasing rate was the lowest in SAP-L.

The changes of carotenoid and anthocyanin contents were the greatest increasing at NAP-N and colouring was delayed at SAP-L.

緒 論

국내에서 果實中에 生産量이 가장 많은 사과는嗜好性과 營養的인 측면에서 수요가 증가되고, 그 대부분은 生果로서 이용되고 있으며 신선하게 보존하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

현재까지는 低溫貯藏¹⁾, CA貯藏²⁾ 등에 의하여貯藏되고 있으나 여러가지 문제점이 있어 이들의 단점³⁾을 補完한 減壓貯藏이 상당한 效果를 얻고 있다.^{4), 5), 6)}

脂質은 食品, 특히 果實이나 野菜中에는 微量存在⁷⁾ 하지만 食品의 香氣, 色, 味覺 및 硬度 등의 品質에 密接한 관련이 있고 成熟이나 貯藏에 있어서 溫度變化에 대한 耐性에 重要한 役割을 하는 것으로 알려졌다.⁸⁾

邨田⁹⁾ 등은 사과의 低溫障害와 生體膜과의 關係에서 低溫障害現象은 生體膜을 構成하고 있는 脂質의 不飽和脂肪酸과 飽和脂肪酸의 組成比와 관련이 있으며, 그 比는 相轉換溫度에 影響을 주며, 低溫에 대한 感受性과 耐性을 決定한다고 報告하였다. Lyons¹⁰⁾ 등은 低溫耐性 植物은 低溫感受性 植物보다 mitochondria 膜의 主成分인 複合脂質의 不飽和脂肪酸의 比率이 높았다고 하였으며, 木村等¹¹⁾은 사과의 低溫貯藏中에 國光이 Starking Delicious보다 全脂質, 中性脂質, 複合脂質 및 不飽和脂肪酸의 含量이 높아 國光이 Starking Delicious보다 더 耐性이 強하다고 報告하였다.

南出¹²⁾은 tomato 果實이 着色期에 葉綠體의 崩壞와 더불어 脂質中의 糖脂質과 Chlorophyll의 빠른 減少가 관찰되었고, 香氣의 前驅物質은 아미노산, 유기산 이외에도 n-hexanol이 있는데, n-hexanol은 C_{15:3}, C_{17:3} 등의 不飽和脂肪酸이 分解되어 생긴다고 보고하였다.¹³⁾ 이와 같이 脂質은 香氣와 色素의 生成에 密接한 關聯이 있는 것으로 알려졌다. 또한 果實의 追熟에 따라 일어나

는 着色은 減壓 및 低溫貯藏에 의하여 遲延되는 效果를 여러 학자들은 報告하였다.^{14), 15)}

本 研究는 貯藏溫度와 氣壓이 사과 果皮脂質에 어떤 影響을 미칠 수 있으리라고 생각하고, 이에 따르는 色素의 變化에 대하여 檢討하였기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 供試材料

慶北大學校 附屬農場과 慶尙北道 漆谷郡 所在 果樹園에서 栽培되고 있는 10年生 果樹로부터 Fuji 사과를 1984年 10月 23日에, 國光 사과를 11月 3日에 各各 收穫하여 供試材料로 하였다.

2. 實驗區分 및 裝置

孫¹⁷⁾ 등의 減壓調節裝置를 사용하여 貯藏容器內의 溫度 및 壓力을 Table 1과 같이 區分하여 실시하였다. 또한 貯藏中 呼吸作用으로 發生된 CO₂ gas를 除去하기 위하여 Fig. 1과 같이 製作한 貯藏容器를 사용하였다.

Table 1. Classification of experimental conditions

Treatment	Pressure (torr.)	Temp. (°C)	Note
Normal Atmospheric Pressure	760	20	NAP-N
Sub-Atmospheric Pressure	380	1	NAP-L
Normal Atmospheric Pressure	760	20	SAP-N
Sub-Atmospheric Pressure	380	1	SAP-L

實驗 方法

1. 全脂質의 抽出 및 定量

사과 果皮中 全脂質의 抽出은 生體膜의 主成分인 複合脂質까지 抽出이 可能한 Folch法¹⁸⁾에 따

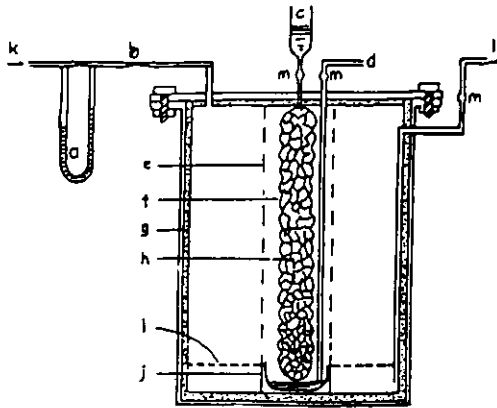


Fig. 1. Diagram of storage chamber.
 a : Flow meter, b : Porous plug, c : CO₂ adsorber, d : CO₂ adsorber recovery app., e : PVC pipe, f : CO₂ adsorption app., g : Insulator, h : Splinters of glass, i : Storage chamber plate, j : CO₂ adsorber receiver, k : Air inlet, l : To Vacuum tank, m : Cock.

라 실시하였고, 重量分析法에 의하여 全脂質의 含量을 求하였다.

2. 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 分離 定量

中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質은 사과 試料에서 抽出한 全脂質을 Rouser의 方法¹³⁾에 따라 silicic acid column chromatography에 의하여 分離 定量하였다. 즉 silicic acid (Wakogel c-100, Mallinkrodt社製)를 蒸溜水에 씻어 colloid性 微粒子를 除去하고, methanol로 다시 씻은 후 120°C에서 2時間 活性化 하였다. 活性化한 silicic acid 約 30g을 chloroform으로 slurry를 만든 다음 (2×40cm)에 充填하고 chloroform으로 平衡化시킨 後 앞에서 抽出한 全脂質을 少量의 chloroform에 溶解하여 column에 注入한 後 分當 2ml씩 溶出하면서 chloroform, acetone, methanol順으로 各各 600ml 使用하여 溶出시켜, 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 分離하였다. 各 溶媒에서 分離한 溶出物은 40°C 以下에서 rotary evaporator로 溶媒를 제거한 重量分析法으로 各 各 그 含量을 求하였다.

3. 脂肪酸 分析

脂肪酸 分析은 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의

各 脂肪酸組成을 日本油脂 및 油脂製品 試驗法¹⁴⁾에 따라 GLC에 의하여 分離 定量하였다.

즉, 試料 一定量을 ester化 試驗管에 取하고 H₂SO₄-benzene-methanol (1:30:90, v/v/v) 溶液을 加하여 溶解시킨 後 試驗管을 ampoule로 만들어 2.5時間 加熱하여 ester化 한 것을 冷却한 後 petroleum ether로써 抽出하였다. 抽出한 petroleum ether層을 蒸溜水로 洗液이 litmus paper에 酸性을 나타내지 않을 때까지 水洗한 다음 petroleum ether層을 分離하였다. 이것을 無水 Na₂SO₄로 脫水시킨 後 40°C 以下에서 rotary evaporator로 溶媒를 除去한 것을 diethyl ether에 녹여 GLC 試料로 하였다.

GLC로 分離한 各 chromatogram은 같은 條件에서 標準脂肪酸 methyl ester (日本東京化成工業社製)의 保持時間과 比較하여 同定하였으며 이때 分析條件은 Table 2와 같다. 同定된 各 chromatogram의 面積은 半值幅法으로 求한 다음, 이들의 合計值에 對한 相對的인 百分率로 表示하였다.

Table 2. Instrument and operating conditions for gas liquid chromatography

Instrument	Hitachi Model 163
Column Support	20% DEGS (diethylene glycol succinate)
Column length	3mm×2m glass column
Detector	FID
Column Temp.	180°C
Carrier Gas	N ₂ (25ml/min)
Detector Temp.	250°C
Chart speed	10mm/min
Injection Temp.	250°C

4. Chlorophyll 含量의 測定

Chlorophyll의 含量은 A. O. A. C法에 따라 行하여 total chlorophyll로 나타내었다.

5. Carotenoid 含量의 測定

사과의 黃·赤色 色素인 carotenoid 含量 測定은 A. O. A. C法을 變形한 方法⁹⁾에 따라 行하여 吸光係數를 使用하여 表示하였다.

6. Anthocyanin 含量의 測定

사과의 赤色을 나타내는 anthocyanin은 0.1%

HCl in Me-OH로 抽出, 定量하여 total anthocyanin으로 表示하였다.)

結 果

貯藏中 脂質成分의 變化

〈全脂質 含量의 變化〉

貯藏中 全脂質 含量의 變化는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 貯藏初期에 걸쳐 全脂質 含量은 國光(1.77g%)이 Fuji(1.60g%)보다 다소 높았으며, 두 품종 모두 常溫區에서는 貯藏 30일까지 減少하다가 그 以後로는 거의 變化가 없었다. 반면에 低溫區에서는 30일까지 急激히 減少하다가 그 이후 60일까지 약간 增加한 後 貯藏末期까지는 急激히 增加하였다.

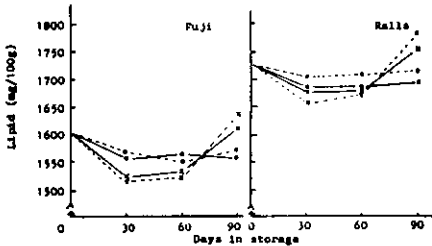


Fig. 2. Changes of total lipid contents in Fuji and Ralls Janet apple during storage.
 o—o : NAP-N, o—o : SAP-N,
 x—x : NAP-L, x—x : SAP-L

〈中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 含量 變化〉

貯藏中 Fuji, 國光의 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質 含量變化의 結果는 Fig. 3, 4에서 보는 바와 같이 Fuji의 中性脂質은 常溫區에서는 貯藏 60일까지 減少하다가 그 以後에는 急激한 增加를 보였다. 糖脂質에서는 모든 區에서 貯藏 30일까지는 減少하다가 貯藏 60일까지 增加한 後 貯藏末期까지는 약간 減少했다. 磷脂質은 全般的으로 貯藏期間이 經過함에 따라 減少하는 傾向을 보였다.

國光의 中性脂質은 貯藏 60일까지 減少하다가 그 以後는 增加하였으며, 특히 低溫減壓區에서 變化가 顯著하였다. 糖脂質은 Fuji와 비슷한 傾向을 나타냈으며, 磷脂質은 貯藏時日이 경과함에

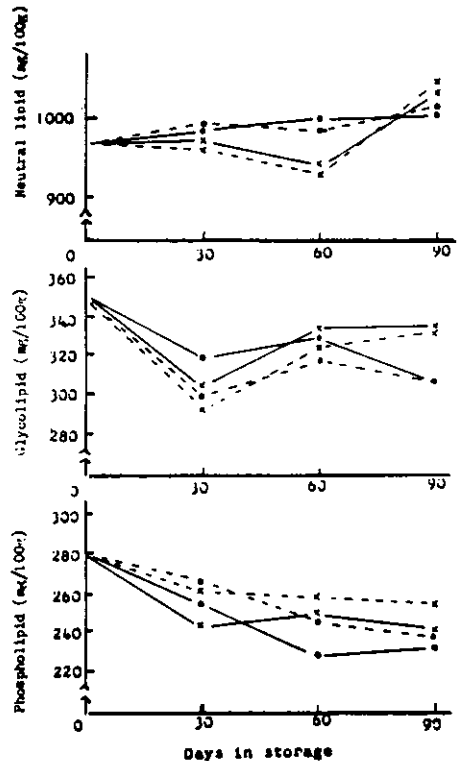


Fig. 3. Changes of neutral lipid, glycolipid and phospholipid content in Fuji apple during storage.

o—o : NAP-N, o—o : SAP-N,
 x—x : NAP-L, x—x : SAP-L

따라 全般的으로 약간 減少하는 傾向을 나타내었다.

〈脂肪酸組成의 變化〉

Fuji와 國光에서 分離한 各 脂質區分의 構成脂肪酸組成을 gas-chromatography로 分析한 結果는 Table 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10과 같다.

Fuji의 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 構成하는 脂肪酸中 linoleic, oleic, palmitic, stearic acid가 全体 構成脂肪酸의 大部分을 차지하고 있었다.

Fuji의 各 脂質區分의 飽和脂肪酸에 대한 不飽和脂肪酸의 含量비가 中性脂質에서는 3.73, 糖脂質 1.72, 磷脂質 1.13으로 나타났으며, 貯藏期間이 經過함에 따라 中性脂質에서는 減少하였으며, 그 中에 常溫常壓區에서 減少가 가장 컸다. 糖脂質은 貯藏 30일까지 減少하다가 그 후

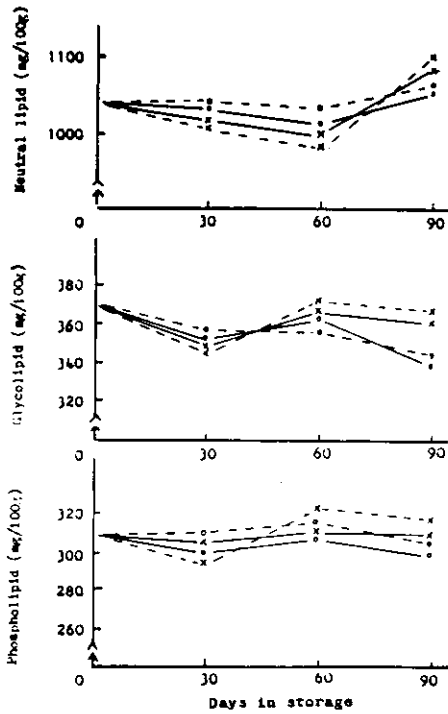


Fig. 4. Changes of neutral lipid, glycolipid and phospholipid content in Ralls Janet apple during storage.

○—○ : NAP-N, ○---○ : SAP-N,
x—x : NAP-L, x---x : SAP-L

貯藏末期까지 약간 增加하는 傾向을 보였다. 磷脂質에서는 全般的으로 增加하였는데, 특히

低温減壓區에서 크게 增加하였다.

國光의 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 構成하는 脂肪酸中 linoleic, oleic, palmitic 및 linoleic acid가 全体構成 脂肪酸의 大部分을 차지하였다. 國光의 各 脂質區分의 飽和脂肪酸에 대한 不飽和脂肪酸의 含量比를 보면 中性脂質에서는 0.81, 糖脂質 0.99, 磷脂質 1.25를 나타냈으며, 貯藏期間이 經過함에 따라 中性脂質 및 磷脂質에는 모두 增加하는 傾向을 보였고 含量比는 SAP-L區 > NAP-L區 > SAP-N區 > NAP-N區 順으로 높았다.

〈色素의 變化〉

〈Chlorophyll 含量의 變化〉

貯藏中 chlorophyll 含量變化의 結果는 Fig. 5와 같다.

貯藏初期의 chlorophyll 含量은 Fuji가 6.9 mg%, 國光이 8.1mg%로써 國光이 다소 높았으며, 貯藏期間이 經過함에 따라 常溫區에서 急激히 減少하였으나, 低温區에서는 減少가 抑制되었

다.

〈Carotenoid 含量의 變化〉

Carotenoid의 貯藏中 含量變化는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 貯藏初期에 Fuji는 2.6mg%, 國光은 2.8mg%이었으나 貯藏時日이 經過함에 따라 全般的으로 增加하였으며, 특히 常溫區가 低

Table 3. Changes of fatty acid compositions in Fuji during the normal atmospheric storage at 20°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid (Days)				Glycolipid (Days)				Phospholipid (Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12:0	0.75	1.31	1.33	1.38	tr	tr	0.94	1.84	0.86	0.93	0.56	0.50
C14:0	1.32	2.89	2.74	1.93	1.17	1.86	1.16	2.34	1.76	1.55	1.07	0.49
C14:1	0.75	2.13	2.31	1.28	1.05	1.62	1.10	1.21	0.92	0.84	0.84	0.25
C15:0	0.47	1.54	2.14	1.43	tr	tr	0.66	1.13	0.84	0.66	0.69	0.89
C16:0	9.50	15.06	17.01	19.10	15.21	19.57	21.56	22.59	23.59	16.29	15.11	18.54
C16:1	3.84	4.95	4.31	6.46	3.98	7.45	4.34	6.32	4.45	3.87	4.12	2.76
C17:0	0.57	3.71	3.22	2.84	2.10	3.72	2.28	3.16	1.49	1.91	2.90	2.51
C18:0	8.54	9.29	13.14	18.59	12.86	16.78	13.56	9.14	8.37	11.27	11.28	8.78
C18:1	27.33	21.45	19.23	16.29	25.31	13.01	19.27	17.06	7.98	10.61	7.63	6.77
C18:2	39.44	29.88	25.03	22.53	23.65	22.89	22.88	23.18	28.15	41.07	46.49	47.92
C18:3	4.74	5.07	5.11	5.13	8.66	8.58	9.04	8.53	11.09	9.62	9.16	12.50
C20:0	2.28	2.13	3.33	3.25	5.41	4.58	3.46	3.28	—	—	—	—
UFA/SFA*	3.73	1.78	1.33	1.06	1.72	1.15	1.24	1.29	1.13	2.07	2.16	2.15

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

Table 4. Changes of fatty acid compositions in Fuji during the sub-atmospheric storage at 20°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid				Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)				(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12:0	0.75	0.87	1.02	1.18	tr	1.03	1.17	0.85	0.86	0.89	0.86	1.07
C14:0	1.32	1.52	2.22	2.50	1.17	1.35	1.54	0.81	1.76	1.01	0.97	1.12
C14:1	0.75	0.67	1.31	2.39	1.05	1.94	0.87	1.30	0.92	0.81	0.82	0.98
C15:0	0.47	0.45	1.03	1.87	tr	0.97	1.00	1.04	0.84	0.85	0.84	0.92
C16:0	9.50	13.76	14.43	15.75	15.21	15.66	20.55	20.57	23.59	18.34	15.86	16.30
C16:1	3.84	3.41	3.52	4.37	3.98	3.40	6.15	6.71	4.45	2.54	2.68	3.77
C17:0	0.57	1.97	2.04	3.13	2.10	3.07	3.17	3.21	1.49	1.89	1.19	1.85
C18:0	8.54	13.23	15.42	12.79	12.86	14.85	11.09	10.01	18.37	16.55	15.06	9.93
C18:1	27.33	21.94	20.04	18.14	25.31	15.93	20.57	21.33	7.98	9.34	7.99	8.62
C18:2	39.33	29.35	28.41	27.10	23.65	24.26	22.97	22.14	28.15	39.00	43.15	44.46
C18:3	4.74	6.01	6.03	6.05	8.66	12.22	6.96	8.14	11.09	10.12	10.29	11.58
C20:0	2.28	3.59	3.92	4.59	5.41	5.21	4.00	4.20	-	-	-	-
UFA/SFA*	3.73	1.83	1.49	1.39	1.72	1.37	1.42	1.47	1.13	1.53	1.65	2.21

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

Table 5. Changes of fatty acid compositions in Fuji during the normal atmospheric storage at 1°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid				Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)				(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12:0	0.75	0.95	0.60	0.43	tr	0.73	0.66	0.75	0.86	0.86	0.95	0.31
C14:0	1.32	1.49	1.59	1.84	1.17	2.38	1.49	1.02	1.76	1.52	1.03	0.45
C14:1	0.75	1.03	0.58	2.30	1.05	0.42	0.93	1.11	0.94	0.76	0.71	0.84
C15:0	0.47	0.54	1.21	1.54	tr	0.58	0.62	0.47	0.84	0.69	0.93	0.74
C16:0	9.50	14.95	17.21	14.24	15.21	19.89	25.43	11.47	23.59	17.55	14.06	14.09
C16:1	3.84	6.23	6.36	5.24	3.98	3.69	4.55	6.33	4.45	3.41	3.04	3.09
C17:0	0.57	2.42	1.95	1.84	2.10	1.05	1.76	4.83	1.49	2.89	1.87	2.01
C18:0	8.54	18.71	15.38	17.63	12.86	16.24	15.57	10.63	18.37	11.06	10.93	11.06
C18:1	27.33	20.00	20.54	20.54	25.31	19.67	18.91	21.37	7.98	8.84	6.64	5.84
C18:2	39.44	26.23	24.86	24.06	23.65	22.78	19.13	25.26	28.15	42.40	48.78	50.08
C18:3	4.74	4.81	4.99	5.85	8.66	7.49	6.09	11.68	11.09	10.00	10.96	11.55
C20:0	2.28	2.21	3.89	4.41	5.41	4.85	4.16	4.27	-	-	-	-
UFA/SFA*	3.27	1.42	1.39	1.38	1.72	1.18	1.01	1.99	1.13	1.89	2.36	2.49

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

溫區보다 더 빠르게 增加하였고, 常溫常壓區에서는 貯藏末期에 약간의 減少가 나타났다.

(Anthocyanin 含量的 變化)

貯藏中 anthocyanin 含量變化는 Fig. 7과 같다. 常溫區에서는 貯藏 10日까지는 증가 한 후 그 이후로는 거의 변화가 없었으나, 低溫區에서는 貯藏期間中 약간의 增加만 나타났다.

考 察

果實의 脂質含量은 대체로 다른 一般成分에 비하여 적지만 果實의 成熟과 貯藏生理에 크게 영

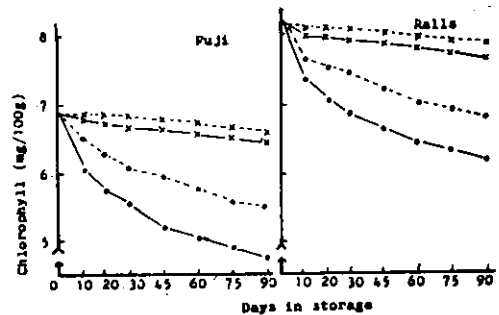


Fig. 5. Changes of chlorophyll content in Fuji and Ralls Janet apple during storage. o—o : NAP-N, o---o : SAP-N, x—x : NAP-L, x---x : SAP-L

Table 6. Changes of fatty acid compositions in Fuji during the sub-atmospheric storage at 1°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid				Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)				(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12:0	0.75	1.10	0.66	1.23	tr	1.48	1.91	0.67	1.86	0.97	0.50	0.65
C14:0	1.32	1.52	1.98	2.14	1.17	1.91	2.12	0.41	1.76	1.00	0.76	0.79
C14:1	0.75	1.66	0.87	0.91	1.05	1.27	1.31	1.33	0.94	0.78	0.78	0.59
C15:0	0.47	0.94	0.59	1.83	tr	2.12	2.11	0.92	0.84	1.22	0.91	1.50
C16:0	9.50	15.84	16.67	15.50	15.21	20.28	21.41	14.34	23.59	18.85	15.48	13.29
C16:1	3.84	4.45	5.39	4.26	3.98	7.92	5.80	6.81	4.45	4.19	4.64	3.58
C17:0	0.57	1.55	1.63	2.14	2.10	4.58	3.88	2.91	1.49	2.86	3.09	2.48
C18:0	8.54	19.86	12.90	11.79	12.86	16.31	14.39	11.31	18.37	12.79	10.58	9.28
C18:1	27.33	17.14	19.89	21.00	25.31	16.18	18.13	20.33	7.98	15.19	7.76	7.43
C18:2	39.44	26.01	24.30	26.39	23.65	19.03	17.09	23.94	28.15	31.98	46.53	49.21
C18:3	4.74	6.64	6.67	7.28	8.66	4.46	8.12	15.31	11.09	9.76	8.68	11.34
C20:0	2.28	3.14	5.61	5.70	5.41	4.39	3.69	2.41	-	-	-	-
UFA/SFA*	3.27	1.33	1.49	1.48	1.72	0.96	1.10	2.05	1.13	1.65	2.19	2.58

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

Table 7. Changes of fatty acid compositions in Ralls Janet during the normal atmospheric storage at 20°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid				Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)				(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12:0	0.47	0.43	0.82	0.44	0.33	0.96	0.66	1.39	1.37	0.70	0.65	1.85
C14:0	0.86	1.01	1.52	1.52	1.43	2.01	1.47	1.68	1.45	0.92	0.72	1.70
C14:1	tr	0.21	0.88	1.35	1.03	0.58	0.68	0.53	0.97	0.56	0.48	0.61
C15:0	0.27	0.55	0.70	1.26	0.41	0.93	0.89	1.49	1.63	0.75	0.56	0.89
C16:0	30.67	26.86	15.64	16.70	22.00	20.88	24.98	15.56	14.07	18.57	16.02	12.85
C16:1	4.81	4.76	4.31	4.38	5.15	5.61	5.69	4.49	3.66	3.51	3.42	2.97
C17:0	0.72	0.91	1.41	1.32	4.25	2.70	2.75	2.96	1.86	2.89	2.67	3.67
C18:0	18.35	17.23	11.29	10.13	19.05	16.29	11.41	9.99	24.07	11.21	11.00	9.56
C18:1	22.89	21.73	27.31	27.80	18.74	18.25	24.57	24.02	12.19	7.64	5.32	4.12
C18:2	14.92	19.64	28.60	25.38	13.37	21.29	19.93	27.59	30.11	47.21	54.00	56.00
C18:3	2.07	2.71	3.03	3.37	7.62	6.11	4.72	7.57	6.80	6.19	5.24	5.78
C20:0	3.98	3.74	3.88	3.55	2.87	4.92	2.95	2.75	-	-	-	-
UFA/SFA*	0.81	0.98	1.84	1.86	0.99	1.05	1.22	1.79	1.25	1.85	2.16	2.28

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

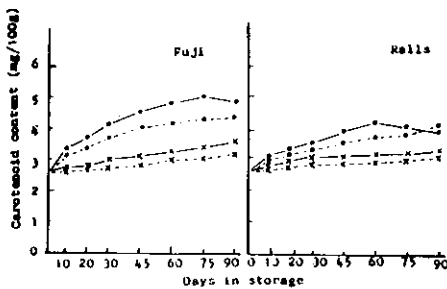


Fig. 6. Changes of carotenoid content in Fuji and Ralls Janet apple during storage.

o—o : NAP-N, o—o : SAP-N,
x—x : NAP-L, x—x : SAP-L,

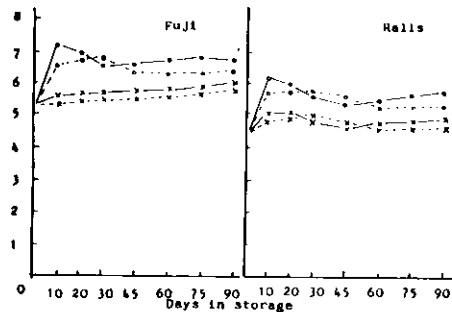


Fig. 7. Changes of anthocyanin content in Fuji and Ralls Janet apple during storage.

o—o : NAP-N, o—o : SAP-N,
x—x : NAP-L, x—x : SAP-L,

Table 8. Changes of fatty acid compositions in Ralls Janet during the sub-atmospheric storage at 20°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid				Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)				(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12 : 0	0.47	1.19	1.56	0.66	0.33	0.29	0.69	0.35	1.37	0.77	0.98	0.57
C14 : 0	0.86	1.62	1.42	1.69	1.43	1.89	1.23	1.01	1.45	1.32	2.18	0.84
C14 : 1	tr	0.93	0.91	0.83	1.03	0.92	0.53	1.23	0.97	0.77	0.76	0.83
C15 : 0	0.27	1.15	1.22	0.79	0.41	0.48	0.31	0.23	1.63	0.94	0.83	1.63
C16 : 0	30.67	25.08	17.64	25.86	22.00	26.14	19.57	16.30	14.07	20.25	14.41	11.89
C16 : 1	4.81	5.74	4.93	5.31	5.15	10.86	5.87	7.18	3.66	3.71	3.59	3.40
C17 : 0	0.72	2.89	1.64	2.26	4.25	3.62	2.48	2.91	1.86	2.34	3.26	3.26
C18 : 0	18.35	16.15	10.31	14.47	19.05	13.01	12.18	12.07	24.07	14.67	11.80	13.32
C18 : 1	22.89	19.78	26.52	21.81	18.74	21.76	25.96	22.01	12.19	8.95	6.54	8.24
C18 : 2	14.92	15.60	27.75	19.57	13.37	10.69	21.91	24.03	30.11	40.21	49.78	50.70
C18 : 3	2.07	3.69	2.28	2.46	7.62	6.79	6.00	10.41	6.80	6.04	5.70	4.97
C20 : 0	3.98	5.66	3.74	4.19	2.87	2.81	3.52	2.85	-	-	-	-
UFA/SFA*	0.81	0.86	1.66	1.03	0.99	1.07	1.52	1.80	1.25	1.48	1.99	2.17

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

Table 9. Changes of fatty acid compositions in Ralls Janet during the normal atmospheric storage at 1°C (%)

Fatty acid	Neutral lipid				Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)				(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
C12 : 0	0.47	0.54	0.62	0.35	0.33	0.42	0.76	0.48	1.37	0.94	0.34	0.54
C14 : 0	0.86	0.77	1.00	1.38	1.43	1.28	1.33	0.82	1.45	0.84	0.40	0.83
C14 : 1	tr	0.34	0.90	1.38	1.03	0.89	0.97	1.21	0.97	0.73	0.53	0.49
C15 : 0	0.27	0.45	0.84	0.88	0.41	1.29	1.03	0.31	1.63	0.89	0.66	1.02
C16 : 0	30.67	25.85	19.25	21.91	22.00	20.11	25.02	19.01	14.07	20.90	13.43	12.24
C16 : 1	4.81	6.31	7.48	7.82	5.15	16.15	7.62	7.94	3.66	3.88	2.33	2.94
C17 : 0	0.72	1.41	2.08	2.78	4.25	4.88	3.88	2.46	1.86	1.84	1.52	1.53
C18 : 0	18.35	17.33	16.34	12.55	19.05	14.47	13.27	9.73	24.07	19.36	13.01	12.04
C18 : 1	22.89	22.42	21.94	27.02	18.74	17.37	17.42	18.24	12.19	6.16	5.44	5.09
C18 : 2	14.92	18.27	23.23	22.45	13.37	12.87	16.09	21.44	30.11	38.33	55.05	56.00
C18 : 3	2.07	3.00	3.08	6.03	7.62	7.09	9.58	16.42	6.80	6.05	7.30	7.18
C20 : 0	3.98	2.73	2.81	4.05	2.87	3.11	2.38	1.91	-	-	-	-
UFA/SFA*	0.81	1.04	1.33	1.28	0.99	1.19	1.06	1.88	1.25	1.26	2.40	2.54

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

향을 미치며, 특히 果肉部보다 果皮部에 脂質이 많이 含有되어 있다. 사과 果肉部에는 脂質이 0.08~0.15% 含有되어 있는 반면에 본 실험에서 果皮部の 脂質이 1.54~1.72%로 비교적 높은 含量을 나타내었다. 이는 果肉보다 果皮部가 水分含量이 낮아서 상대적으로 脂質含量이 높은 것으로 생각된다.

한편, 貯藏初期의 總脂質含量은 低溫耐性 品種인 國光¹⁴⁾이 1.77%로 Fuji의 1.60%보다 다소 높았으며, 貯藏中 전반적으로 常溫에서는 서서히 減少하는 傾向이었으나, 低溫에서는 30日까

지 減少하다가 그 以後 增加하는 傾向이었다. 이는 사과 果皮部에서 조사한 研究結果¹⁴⁾와는 低溫에서는 類似한 傾向이었으나, 常溫에서는 相異하였다. 또한 이들 脂質의 含量變化는 低溫과 減壓貯藏時의 climacteric rise 發現時期와 관련지어 볼 때 밀접한 관계가 있음을 확인할 수 있었다.^{15), 17), 22)}

貯藏中 各 脂質의 含量은 Fuji가 中性脂質 0.98%, 糖脂質 0.35%, 磷脂質 0.28%이었으며, 國光은 中性脂質 1.04%, 糖脂質 0.37%, 磷脂質 0.31%로서 國光이 Fuji보다 다소 높은 傾向

Table 10. Changes of fatty acid compositions in Ralls Janet during the sub-atmospheric storage at 1°C

Fatty acid	Neutral lipid												Glycolipid				Phospholipid			
	(Days)												(Days)				(Days)			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90								
C12:0	0.47	0.51	0.50	0.72	0.33	0.39	0.44	0.42	1.37	0.83	0.51	0.41								
C14:0	0.86	0.94	1.74	1.09	1.43	1.45	1.51	1.25	1.45	0.94	0.83	0.71								
C14:1	tr	0.44	1.21	1.27	1.03	1.99	0.46	1.55	0.97	0.88	0.88	0.99								
C15:0	0.27	0.55	0.68	1.09	0.41	0.51	0.47	0.89	1.63	0.97	0.73	0.99								
C16:0	30.67	26.73	22.02	16.88	22.00	25.01	28.00	16.19	14.07	21.98	14.11	13.95								
C16:1	4.81	6.18	8.47	6.52	5.15	14.01	9.48	7.64	3.66	4.13	4.38	4.08								
C17:0	0.72	1.31	2.04	2.72	4.25	2.71	2.45	2.81	1.86	1.87	1.09	1.31								
C18:0	18.35	8.29	19.57	12.69	19.05	17.06	4.74	7.82	24.07	16.32	12.05	10.25								
C18:1	22.89	21.45	17.87	26.24	18.74	16.03	12.63	19.50	12.19	7.89	8.93	8.80								
C18:2	14.92	17.24	19.47	21.18	13.34	12.32	12.94	22.19	30.11	37.36	49.01	50.79								
C18:3	2.07	2.35	2.53	3.81	7.62	8.34	12.73	17.25	6.80	6.83	7.43	7.72								
C20:0	3.98	3.91	3.70	5.43	2.87	2.89	3.40	3.14	-	-	-	-								
UFA/SFA*	0.81	0.91	0.99	1.46	0.99	1.00	1.44	2.10	1.25	1.33	2.41	2.62								

* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acid to saturated fatty acid

이었으며, 이는 木村等¹⁴⁾의 사과에서 본 各脂質의 含量値와 比較하여 볼 때 多小相異하였다. 그리고 貯藏中の 各脂質의 含量變化를 보면 糖脂質이 中性脂質 및 磷脂質보다도 含量의 增減現象이 현저하였으며, 常溫 및 低溫減壓, 常壓 및 減壓貯藏을 서로 比較하여 볼 때 특히 低溫減壓에서 脂質의 含量變化가 심하였다. 또한 果實의 生體膜의 구성 성분으로 生理上 중요한 역할을 하고 있는 것으로 알려져 있는¹⁵⁾ 磷脂質은 사과 果肉部에서 조사한 結果와는 달리 Fuji에서는 전반적으로 저장기간이 경과함에 따라 감소하였으나, 國光은 30일까지 약간 증가하였다가 貯藏末期에서 약간 減少하는 것으로 나타났다. 이는 低溫과 減壓이 果實의 貯藏生理에 크게 관여하고 있는 것으로 생각된다.

다음 各脂質의 構成脂肪酸組成은 Fuji의 경우 linoleic acid 含量이 가장 많았고, 그 다음이 oleic acid, palmitic acid 順이었으며, 國光은 palmitic acid가 가장 많고 그 다음이 oleic acid, stearic acid 順이었다. 이러한 結果는 사과 果肉部보다 stearic acid, oleic acid가 많이 함유된 것으로 나타났다.

貯藏中 構成脂肪酸 組成比의 變化를 보면 Fuji와 國光의 中性脂質에서는 palmitic acid, stearic acid가 감소하는 반면 oleic acid, linoleic acid가 증가하였으나, 磷脂質에서는 stearic acid, oleic acid가 減少하였으며, linoleic acid가 증가

하였다. 이러한 結果는 木村等¹⁴⁾의 結果와 相異하였으며, 沈等¹⁵⁾의 結果와 比較해 볼 때 Fuji에서는 유사하나, 國光은 다른 結果를 보였다.

그리고 飽和脂肪酸에 대한 不飽和脂肪酸의 含量比는 中性脂質에 있어서 Fuji는 貯藏期間이 경과함에 따라 減少하였으나, 國光은 Fuji와는 달리 증가하는 경향을 나타냈는데, 이는 國光에 있어 가장 함량이 높은 palmitic acid가 貯藏中 감소한데 기인된 것으로 생각된다. 아울러 生體膜의 구성성분으로 生理上 중요한 역할을 하는 複合脂質의 飽和脂肪酸에 대한 不飽和脂肪酸의 含量比는 두 品種 모두 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향이었으며, 國光이 Fuji보다 다소 높은 경향을 나타낸 것으로 보아 國光이 Fuji보다 저온내성이 강한 품종인 것으로 생각되며 두 품종 모두 SAP-L > NAP-L > SAP-N > NAP-N 順으로 不飽和脂肪酸 含量比가 높은 것으로 나타났다.

果實의 熟度와 깊은 관련이 있는 chlorophyll의 分解¹⁾는 carotenoid의 增加와 함께 일어났으며, 低溫區가 常溫區보다, 減壓區가 常壓區보다 chlorophyll의 減少抑制效果가 컸으며 이는 梔浦²⁾, Knee³⁾, Wu²³⁾ 등이 사과, 복숭아, tomato, 배를 減壓이나 低溫에 의해 貯藏하면 chlorophyll의 減少抑制效果가 있다는 結果와 一致하였고, 常溫區가 低溫區에 比하면 chlorophyll의 消失이 심한 것은 chlorophyllase activity가 25°C에서 가장

큰 활성을 나타내기 때문이다."

果實에서 黃色부터 赤色の 色調를 가지는 脂溶性 色素인 carotenoid는 chlorophyll 과 항상 共存하며 chlorophyll 의 退色과 함께 果實 高유의 色을 띄게 된다." Fig.에서 나타난 結果는 Salunkhe 等¹⁾이 살구, 복숭아가 減壓에 의하여, Ezell 等³⁾이 yellow jersey, sweet potatoes, orange 가 低温에 의해 carotenoid의 生成이 抑制된다는 報告와 一致하였는데 이는 減壓, 低温에 의하여 呼吸抑制와 ethylene의 除去에 의한 追熟抑制 效果에 起因한다고 여겨진다.

Anthocyanin은 果實 및 꽃의 靑色, 赤色, 靑紫色을 띄는 水溶性 色素로서 사과의 果皮에는 주로 cyanidin-3-glucoside, 3-galactoside 등이 存在한다."

Fig. 7에서 나타난 anthocyanin 含量變化는 貯藏初期에 增加하였다가 그 以後에는 약간 減少하는 傾向이 있었는데, 이는 呼吸의 climacteric 現象과 밀접한 關係가 있는 것으로 생각된다.

摘 要

사과의 減壓貯藏中 貯藏生理에 영향을 미치는 果皮脂質과 品質의 測度가 되는 色素의 變化에 대해 調査한 結果는 다음과 같다.

全脂質 含量은 國光이 Fuji 보다 높았으며, 두

品種 모두 貯藏 60일까지 減少하다가 貯藏末期까지는 增加하였으며 특히 低温區에서 變化幅이 현저하였다.

中性脂質 含量은 Fuji의 常温區에서는 全般的으로 增加하였고 低温區에서는 60일까지 減少하다가 그 以後로는 增加하였으며 國光은 60일까지 약간씩 減少하다가 그 以後로는 增加하였다.

糖脂質은 두 品種 모두 30일까지 減少한 後 60일까지는 增加하였다가 貯藏末期까지는 減少하였는데, 低温區에서 變化幅이 더 컸다.

磷脂質은 Fuji에서 全般的으로 減少하는 傾向이었고 國光에서는 貯藏全般을 통해 變化가 거의 없었다.

飽和脂肪酸에 대한 不飽和脂肪酸의 含量比는 中性脂質에서 Fuji는 減少하였으나 國光은 增加하였고, 糖脂質에서 Fuji는 60일까지 減少한 後 貯藏末期까지 增加하였고 國光은 貯藏全般에 걸쳐 增加하였다. 磷脂質의 경우는 두 品種 모두 全般的으로 增加하는 傾向이었으며 SAP-L, NAP-L, SAP-N, NAP-N順으로 比率이 높았다.

Chlorophyll 含量은 國光이 Fuji보다 다소 높았고 低温減壓區에서 減少 傾向이 가장 적었다.

Carotenoid, anthocyanin의 含量變化는 常温常壓區에서 增加幅이 가장 컸으며 低温減壓區는 着色이 가장 遲延되었다.

引用 文 獻

1. Bandyopadhyay, C. and A. S. Gholap. 1973. Changes in fatty acids in ripening mango pulp. J. Agr. Food chem. 21 (3) : 496-497.
2. Eskin, N. A. M. and H. M. Henderson. 1971. Biochemistry of food, Academic press, Inc., New York. PP. 46-50.
3. Ezell, B. O. and M. S. Wilcox. Influence of storage temperature on carotene, carotenoids and ascorbic acid content of sweetpotatoes. Plant Physiol.
4. Folch, J. and Lees, M. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226 : 497-509.
5. Fuleki, T. and F. J. Francis. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. J. Food Sci., 33 : 7-7.
6. Gorski, P. M. and L. L. Creasy. Color development in Golden Delicious apples. J. Amer. Soc. Hort Sci., 102 (1) : 73-75
7. Ichiro Kajiura. 1973. Low pressure storage of fruits Simple apparatus for low pressure storage, and its application to

- white peaches and Jonathan apples.
Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 20(7) : 331-333.
8. John, W. 1980. Development in food colors-1, Applied Science Publishers LTD., London P. 118.
 9. Knee, M. 1971. Ripening of apples during storage. III. Changes in chemical composition of Golden Delicious apples during the climacteric and under conditions simulating commercial storage practice. J. Sci. Food Agric., 22, July : 371-377.
 10. Lyons, J. M., Wheaton, T. A. and H. K. Pratt. 1964. Relationship between the physical mitochondrial membranes and chilling sensitivity in plants. Plant Physiol., 39 : 262-268.
 11. Okubo, M. and K. Ishii. 1973. Studies on the extension of selflife of fresh fruits and vegetables. J. Japan. Soc. hort. Sci., 42 (2) : 175-180.
 12. Rouser, G. and G. Kritchevsky. 1967. Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipids, Lipid., 2 : 37-40.
 13. Salunkhe, D. K. and M. T. Wu. 1973. Effects of subatmospheric pressure storage on ripening and associated chemical changes of certain Delicious fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 98 (1) : 113-116.
 14. Shigeaki. 1979. Fatty acids composition of apples in storage. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 26 (4) : 162-167.
 15. 沈奇煥. 1983. 사과貯藏中香氣 및 脂質成分의變化. 慶北大學校 大學院 博士學位論文.
 16. Shonosuke Sagisaka. 1975. 低溫下の植物代謝. 化學と生物. 12(1) : 15-29.
 17. 孫泰華. 1975. 減壓에 의한 사과貯藏中の生理化學的變化에 관한研究. 嶺南大學校 大學院 博士學位論文.
 18. Swain, T. and W. E. Hillis. 1959. The phenolic constituents of prunus Domestica, I. The Quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food. Agric., 10 : 63-68.
 19. Takahisa Minamide. 1972. Lipids of fruits and vegetables and their physiological and Qualitative Role. Part VI. Changes of lipid contents and ultrastructure of chloroplast with the coloring of tomato fruits. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi.19(10) : 453-459
 20. Takahisa Minamide. 1977. Lipids and physiological role of Lipoxygenase in Fruits and Vegetables. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 24 (4) : 186-189
 21. Takao Murata. 1980. The Role of the Membrane in chilling injury of crop plants. Nippon Shokuhin kogyo Gakkaishi. 27 (8) : 411-418.
 22. Wu, M. T., Jadhav, S. J. and D. K. Salunke. 1972. Effect of subatmospheric pressure storage on ripening of tomato fruits. J. Food. Sci. 37 : 952-956.
 23. Yasuo Tatsumi. 1978. Studies on chilling injury of fruits and vegetables. Part I. Chilling injury of cucumber fruits with special reference to permeability of tissue. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 47 (1) : 105-110.
 24. Yoshihiro Komiyama. 1979. Influence of low temperature storage on the qualities of "Sordum" plum. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi. 26 (8) : 351-355.
 25. 油脂および油脂製品試験法部會. 1970. 油化學. 19 : 337-339.