

減壓處理에 따른 토마토果實의 主要成分 및 含有脂質의 變化

金 聲 達

曉星女子大學 園藝學科
(1980년 2월 8일 수리)

Changes in Chemical Component and Lipid in Tomato Fruits Under the Treatment of Sub-Atmospheric Pressure

Kim, Sung Dal

Dept. of Horticulture, Hyosung Women's College, Daegu, Korea

Abstract

Climacteric phenom in fruits was delayed ten days on the sub-atmospheric treatment than the normal atmospheric one. Average lipid content in tomatoes sampled was composed of neutral lipid (49%), phospholipid(31%) and glycolipid (13%). Seven constituents each from neutral and phospholipid were seperated through thin-lyaer chromatography.

Changes on lipid content during treatments were associated with the climacteric pattern and the advance of maturity; At the climacteric on-set, the fruit color was light pink, and the content of neutral lipid was reduced to minimum. After this stage, this content was reversely increased.

The maturity was related with diglyceride and sterol ester in neutral lipid, and phosphatidyl choline and phosphatidyl ethanolamine in phospholipid. The changes of two constituents each on both neutral and phospholipid were reversed each other.

It was concluded that changes of lipid content in tomato fruits were closely associated with the advance of fruit maturity and climacteric pattern.

머 리 말

靑果物은 水分을 비교적 많이 含有하고 있는 生體食品이므로 貯藏性이 낮아 收穫時의 品質과 鮮度를 오래동안 維持하기 어려운 特性이 있다. 이것은 收穫後 貯藏中에 靑果物 自體의 貯藏物質이 呼吸作用에 의하여 消耗되는데, 主要原因이 있

는 것이다.

따라서, 이들 靑果物의 鮮度維持를 위한 貯藏에서는 呼吸作用을 抑制하는 方法이 쓰이는데, 그 方法으로는 一般的으로 靑果物 貯藏時의 環境을 調節하고 있다. 즉 貯藏庫의 溫度, 濕度, 壓力 또는 氣體의 組成을 適切히 調節하므로써, 呼吸作用을 抑制하여 貯藏의 成果를 거두고 있다.

現在 靑果物의 貯藏에 널리 쓰이고 있는 環境

調節方法으로는 環境溫度와 濕도를 調節하는 低溫貯藏法이며 氣體의 組成을 調節하는 소위 CA貯藏法도 一部 青果物에 使用되고 있다. 이러한 環境調節方法에 의한 貯藏은 收穫後 climacteric pattern을 나타내는 青果物에서 더욱 有效하게 쓰이고 있다.

青果物의 하나인 토마토는 비타민 등이 비교적 많아 그 需要가 漸次 증가되고 있는 果菜類이나, 그 長期貯藏方法이 問題가 되고있다. 토마토는 사과등과 같이 收穫後 climacteric pattern을 나타내고 있으나 climacteric on-set의 時期 이후에 急速히 着色되는 동시에 軟化되어 貯藏하기 어렵다.

따라서, 토마토의 貯藏性を 높이기 위한 여러 가지 研究가 이루어져 왔다. 즉 토마토를 收穫하여 輸送하든가 또는 短期貯藏을 하기 위하여 몇 가지 研究^{1,2,3,4,5})가 있는 외에 polyethylen film으로 包裝하여 貯藏하는 研究⁶)와 환경기체조성을 調節하는 研究⁷)등이 이루어지고 있으나 長期貯藏에 有效한 成果를 올리지 못하고 있다.

一般 青果物이 低溫貯藏으로 비교적 鮮度維持에 成果를 올리고 있는데 비해 토마토의 環境調節貯藏에서는 低溫貯藏으로는 그다지 큰 成果를 올리지 못할뿐 아니라 低溫障害 現象등이 있어 低溫에 限界가 있어 오히려 減壓處理하는 것이 비교적 效果的임이 알려지고 있다.^{8,9,10}) 이러한 研究過程에서 토마토의 減壓貯藏中の 生理變化에 관한 研究가 遂行되어 왔으나 脂質에 관한 研究는 거이 찾아 볼 수 없는 實情이다.

脂質은 食品中에 存在하는 量이 微量이나 食品의 香氣, 色, 味覺등 品質에 密接히 關連되는 것으로 알려지고 있다. 그리고, 食品中에서도 특히 果實, 菜蔬는 脂質含量이 적고, 더우기 脂溶性色素를 많이 含有하고 있어 이들의 成熟, 貯藏中の 品質 및 生理現象 등에 미치는 영향이 있을 것이라 사료된다.

本研究는 減壓處理下에서 토마토 果實을 貯藏하는 過程에서 脂質의 變化를 究明하는 동시에 品質에 關連하는 硬度, 熟度, chlorophyll, 酸 등의 成分變化와 아울러 토마토 果實의 減壓貯藏에 따른 呼吸生理에 관한 研究를 시도 하였다.

材料 및 方法

1. 材料

供試材料는 大邱市 枝底洞 所在 農園에서 露地

栽培한 tomato 品種 “強力米壽”를 1976年부터 每年 7月初旬에 熟度가 綠熟期(mature green stage)에 이른 것을 收穫하여 外觀이 健全하고, 重量이 180g 程度인 中果를 選別하여 使用하였다.

2. 實驗 方法

實驗裝置는 孫等¹¹)의 自動減壓調節裝置를 利用하여 常溫에서 Table 1과 같이 세가지 壓力으로 區分하여 貯藏한 試料에 대하여 呼吸量, 品質, 成分變化를 調查 測定하였다.

Table 1. Classification of experiment

Treatment	Pressure (Torr)
Atmospheric pressure	760
Sub-atmospheric pressure	380
Sub-atmospheric pressure	190

가. 呼吸量의 測定

呼吸量은 Biale等¹²)의 方法에 따라 測定하였다. 즉, 發生^{*} CO₂를 KOH에 呼吸시켜, BaCl₂로 處理한 것을 0.1N HCl로 測定하였다.

나. 硬度, 熟度 및 Chlorophyll의 測定

硬度의 變化는 Universal Hardness Meter (Kiya Co.)를 使用하여 測定하여 kg/cm² 單位로 表示하였고, 熟度는 加藤¹³) 등의 方法에 準하여 Table 2와 같이 區分하였다.

Table 2. Maturity indication of tomato

Color	Score
Mature green	0
Breaker	1
Light pink	2
Dark pink	3
Table ripe	4
Canning ripe	5
Soft ripe	6

Chlorophyll 含量은 A.O.A.C 法에 따라 Fig. 1과 같이 하여 total chlorophyll로 나타내었다.

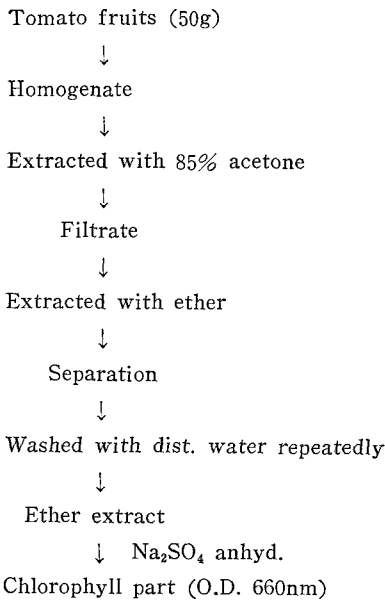


Fig. 1. Procedure for determination of chlorophyll

다. 糖, 澱粉 및 全酸의 測定

試料果肉을 均一하게 마쇄한 다음 濾過한 溶液에 대하여 還元糖은 Somogyi Nelson 法¹⁴⁾으로 定量하고 澱粉은 Gaines, Meudt¹⁵⁾의 colorimetric method에 따라 定量 하였으며, 酸度는 0.1N NaOH로 滴定하여 citric acid로 換算하였다.

라. 脂質의 抽出, 分割 및 定量

1) 脂質의 抽出: 토마토試料 5個를 使用하여 Folch 法¹⁶⁾의 chloroform-methanol의 抽出溶劑를 使用하여 Fig. 2와 같이하여 脂質을 抽出하였다. 즉, 果肉 400g을 取하여 細切한 다음 1.5倍容의 chloroform-methanol 抽出溶劑를 加하여 磨碎抽出한 것을 遠心分離하여 液과 殘渣로 分離되되 殘渣에는 다시 300ml의 溶劑를 加하여 다시 抽出하였다. 이와 같은 操作을 3回 反覆해서 얻은 抽出液을 먼저 1回 分離液에 合한 다음 分液漏斗에 옮겨 分離되는 chloroform層을 取하여 抽出液으로 하였다.

이 抽出液을 30°C 이하에서 rotary evaporator로 濃縮하여 乾固시킨 것을 粗脂質로 하였다.

2) 粗脂質의 分割: 粗脂質의 分割은 Rouser 等의¹⁷⁾ 方法에 따라 column chromatography로 分割하였다. 즉, 無水 methanol로 씻은 silica gel (Wakogel C-200)을 115°C에서 24時間 活性化시키고, 20ml의 chloroform로 洗은 다음 column (1.5×25cm)에 充填시켰다. 이 column의 上部에

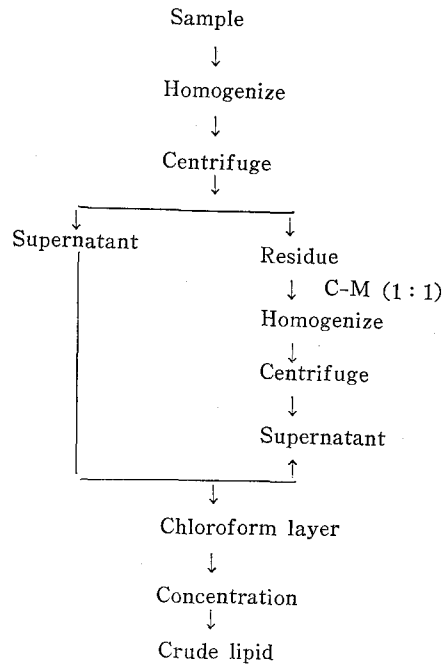


Fig. 2. Procedure for extraction of lipid

chloroform에 溶解시킨 粗脂質을 넣고 1分間에 2ml씩 溶出시키는데, 처음에는 chloroform 200ml를 부어 中性脂質을 抽出하고, 다음에 acetone-증류수의 比率을 100:0, 100:10, 85:15로 하여 各各 50ml씩 부어 糖脂質을 얻고 마지막으로 methanol 200ml를 부어 極性脂質을 分離하였다. 여기서 얻은 中性脂質 分割에 包含된 色素는 活性炭을 使用하여 除去하였다.

3) 中性脂質의 分離 및 定量: 薄層 chromatography(TLC)에 의한 中性脂質의 分離는 上田等¹⁸⁾의 3重展開法에 따랐다. 즉, plate는 silica-gel(Wakogel G) 20g을 증류수 60ml에 懸濁시켜 薄層(0.4×200×200mm)을 만든 다음 chloroform-methanol로 하루밤 展開시켜 씻고, 110°C에서 1時間 活性化시킨 것을 使用하였다.

第1回 展開는 hexane-benzene (3:1)으로 上端까지 展開시키고, 第2回 展開는 石油 ether-ether-醋酸(90:10:4)으로 11cm까지 展開시켰으며, 第3回 展開는 石油 ether-ether-醋酸(90:10:1)으로 15cm까지 展開시켰다. 展開시킬 때마다 展開시킨 것을 室溫에서 30分間 風乾시킨 다음 1% iodine-石油 ether로 發色시켜 確認하였다.

그리하여 分離된 各 中性脂質成分은 標準試料의 Rf 値와 比較하여 同定하였다. 그리고 各 中性脂質의 各成分의 定量은 發色劑인 iodine이 完

全히揮發한 다음 確認한 部分을 各各 取하여 發色시켜 比色法¹⁸⁾으로 하였다.

즉, 薄層板에서 도려낸 部分에 $K_2Cr_2O_7-H_2SO_4$ 溶液 ($K_2Cr_2O_7$ 0.25g 를 H_2SO_4 100ml 에 녹임) 3ml 를 加하여 45 分間 加熱시킨 다음 冷却하고, 여기에 증류수 10ml 와 함께 잘 섞어 하루밤 放置後 上澄液 2ml 를 取하여 증류수 8ml 를 加하여 350nm 에서 $K_2Cr_2O_7$ 의 褪色程度를 測定하였다. 그리고, 標準試料 50, 100, 150, 200, 250, 300 μ g 를 試料와 同一하게 處理하여 얻은 값으로부터 標準曲線을 얻어 中性脂質의 量을 求하였다.

4) 磷脂質의 分離 및 定量: silicagel column 로 分割한 磷脂質을 分割하기 위하여 TLC 로 二次元展開¹⁹⁾시켜 各組成別로 分離시켰다. 즉, 一次展開는 chloroform-methanol-醋酸-증류수(250 : 74 : 19 : 3)로 展開하여 室溫에서 15 分間 風乾하고, 二次展開는 chloroform-methanol-7N NH_4OH (230 : 90 : 15)로 展開시켜 5 分間 風乾한 다음 molybden 酸試藥 (4%-Ammonium molybdate 25ml 와 60%- $HClO_4$ 5ml, 1N- HCl 10ml 를 섞고 증류수를 加하여 100ml 가 되게 한다.)으로 發色시켰다.

各組成은 二次展開시켜 얻은 標準試料의 Rf 值와 比較하여 同定하였다. 同定된 磷脂質의 各成分은 Rartlett²⁰⁾法에 따라 比色 定量하였다.

즉, 薄層 chromatography 로 分割한 다음 iodine 으로 發色시켜 標識한 部位를 遠心管에 取하고, chloroform-methanol-증류수-formic acid (97 : 97 : 4 : 2) 2ml 적을 加하여 抽出하는 것을 4 번 되풀이 하여 얻은 것을 모아 一定 부피로 만든 다음 그 중 2ml 를 取하고, 10N- H_2SO_4 0.5ml 를 加하여 150°C 에서 3 時間 加熱한 다음 冷却하고, 30%- H_2O_2 2 滴을 加하여 다시 150°C 에서 1.5 時間 加熱하여 分解시킨 液에 4.4ml 증류수와 0.2ml 의 50% ammonium molybdate 를 加하여 水浴中(100°C)에서 7 分間 加熱한 다음 冷却시켜, 830nm 에서 比色하고, 미리 만든 標準曲線에 따라 定量하였다.

結 果

1. 減壓度에 따른 呼吸量의 變化

減壓이 토마토 果實의 呼吸에 미치는 影響을 알아보기 爲해 貯藏中의 토마토 果實의 呼吸量을 調査한 結果는 Fig. 3 과 같다.

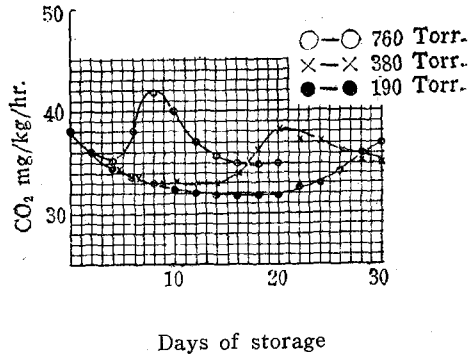


Fig. 3. Effect of subatmospheric pressure storage on the CO_2 production during storage of tomato fruits

즉, 貯藏期間中 뚜렷한 climacteric rise 現象이 나타남을 볼 수 있었으며, 處理區別로 發現時期에 差가 있음을 볼 수 있었다.

즉, 常壓區에서는 climacteric onset 가 5 日頃에 그리고, climacteric maximum 은 8 日頃에 發現되었으며, 그후는 계속 減少하는 傾向이었다.

그러나 減壓區에서는 이와 같은 climacteric 의 發現時期가 모두 常壓區에 비해 늦게 나타났으며 climacteric onset 의 發現은 380Torr 區는 常壓區보다 10 日이 늦은 15 日頃에 190Torr 區는 이보다 7 日 늦은 22 日頃에 나타났었다. 그리고, climacteric maximum 또한 常壓區보다 늦게 發現하였으며, 380Torr 區는 常壓區보다 12 日이 늦은 20 日頃에 나타났으며, 90Torr 區는 시험기간중 明確한 發現은 보이지 않았으나 呼吸傾向으로 보아 30~35 日頃으로 推測되어 常壓區에 비하여 減壓區에서는 減壓程度가 높을 수록 climacteric onset 및 maximum 의 發現時期가 지연되는 傾向이 있음을 알 수 있었다.

2. 減壓度에 따른 硬度, 熟度 및 Chlorophyll 含量의 變化

가. 硬 度

貯藏期間中 硬度의 變化를 調査한 結果는 Table 3 에서 보는 바와 같이 mature green stage 에서 硬度는 3.30kg/cm² 이었으나, 貯藏時日이 經過함에 따라 全般的으로 硬度가 減少하였고, 處理區別로 본 硬度는 760 Torr 區 < 380 Torr 區 < 190 Torr 區의 順으로서 減壓區가 常壓區보다 硬度가 높았고, 減壓度가 높을수록 硬度의 減少를 抑制하는 傾向을 나타내었다.

Table 3. Effect of subatmospheric pressure storage on the hardness during the storage of tomato fruits

Storage pressure (Torr)	Hardness (kg/cm ²)		
	10 days	20 days	30 days
760	1.0	0.5	—
380	1.4	1.0	0.8
190	2.4	1.5	1.2

Initial hardness: 3.30kg/cm²

나. 熟度の變化

Tomato 果實의 鮮度判斷의 한 指標가 될 수 있는 熟度の變化를 減壓處理區別로 調査한 結果는 Table 4에서 보는 바와 같다. 즉, 全般的으로 常壓區에 比하여 減壓區에서는 熟度の 進展이 크게 遲延됨을 볼 수 있었고, 減壓도가 높을수록 熟度 遲延의 效果가 높았다. 즉, 常壓區(760 Torr)는 貯藏 10日頃에 table ripe stage로 果實表皮 全體가 붉게 着色되는데 反하여 同一時期의 380 Torr 區는 果實表皮가 붉게 着色되기 始作하는 light pink stage이었고, 190 Torr 區는 初期段階를 약간 지난 breaker stage로서 減壓도가 클수록 着色이 遲延됨을 볼 수 있었다. 그리고, 常壓區에서는 貯藏 20日에는 軟化現象이 일어나기 始作하여 더 이상 貯藏이 어려운 狀態였으나 減壓區는 貯藏日 30에도 鮮度を 그대로 유지하고 있음을 볼 수 있었다.

Table 4. Effect of subatmospheric pressure storage on maturity during storage of tomato fruits

Storage Pressure (Torr)	Score of maturity		
	10(days)	20(days)	30(days)
760	4.2	5.5	—
380	1.9	3.2	4.1
190	1.1	2.1	2.9

다. Chlorophyll 含量的變化

한편 熟度の 進展과 密接한 關係가 있는 chlorophyll 含量的變化를 調査한 結果는 Table 5와 같다. 貯藏中 chlorophyll 含量的變化를 본바 採取時期인 mature green stage의 含量은 約 5.6 mg%이었는데, 貯藏期間이 經過됨에 따라 chlor-

ophyll 含量은 모두 減少하는 傾向이었다. 그리고 處理區別 含量變化를 比較하면 減壓區가 常壓區에 比해 減少하는 程度가 적은 傾向이었다. 즉, 常壓區에서는 貯藏 10日頃에 1.77mg%로 急激히 減少하였으나, 380 Torr 區는 4.71mg%로 190 Torr 區는 4.94mg%로서 減壓도가 클수록 減少의 程度가 적음을 알 수 있었다. 따라서, 貯藏期間中 減壓區는 熟度變化와 함께 chlorophyll 含量의 減少도 매우 緩慢함을 알 수 있었다.

Table 5. Effect of subatmospheric pressure storage on loss of chlorophyll during the storage of tomato fruits

Pressure (Torr)	Days of storage		
	10	20	30
760	1.77	0.5	—
380	4.71	4.34	3.54
190	4.94	4.68	3.85

Initial concentration of chlorophyll: 5.6mg/100g f.w.

3. 糖, 澱粉 및 酸의變化

貯藏中 還元糖의變化를 調査한 結果는 Fig. 4에서와 같이 貯藏初期의 還元糖의 含量은 2.73%이였으나, 貯藏日數가 經過됨에 따라 3個 處理區 모두 增加하는 傾向이었으며 增加의 程度는 減壓 處理區가 常壓區에 比하여 緩慢하였다.

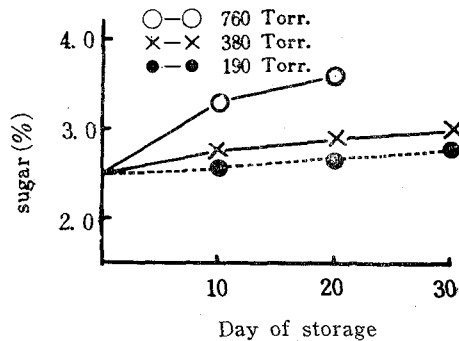


Fig. 4. Effect of subatmospheric pressure on reducing sugar of tomato fruits

貯藏中 澱粉含量的變化는 Fig. 5와 같다. 즉, 貯藏初期의 澱粉含量은 378mg%이었던 것이 貯藏日數가 經過함에 따라 大體的으로 減少하였는데, 減壓區에 比해 常壓區의 減少가 顯著하였다. 즉, 常壓區는 貯藏 20日까지 거의 直線的인 減

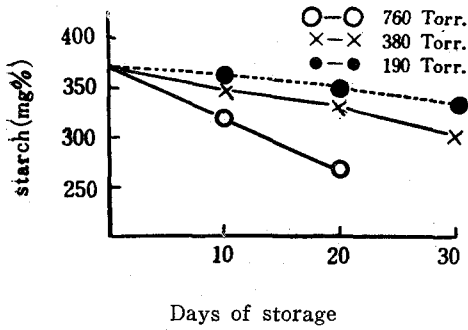


Fig. 5. Effect of subatmospheric pressure on degradation of starch of tomato fruits

少傾向이었으며, 貯藏 20日頃에는 260mg%로 다른 區에 비해 매우 낮은 含量이었고, 減壓區는 (380 Torr, 190Torr)는 貯藏 20日까지 거의 類似한 값을 維持하다가 貯藏 20日부터 減少하기 始作하여 貯藏 30日에 이르러 380 Torr 區는 295mg%, 190 Torr 區는 338mg%로서 常壓區에 比하여 含量減少가 적음을 알 수 있었다.

靑果物의 呼吸生理와 密接한 關係가 있는 遊離酸의 變化를 調査한 結果는 Fig. 6과 같다. 즉, 貯藏初期의 遊離酸 含量은 0.51%였는데, 貯藏日數가 經過함에 따라 常壓區, 減壓區 모두 減少하는 傾向을 보였으나 減壓區가 常壓區에 비해 그

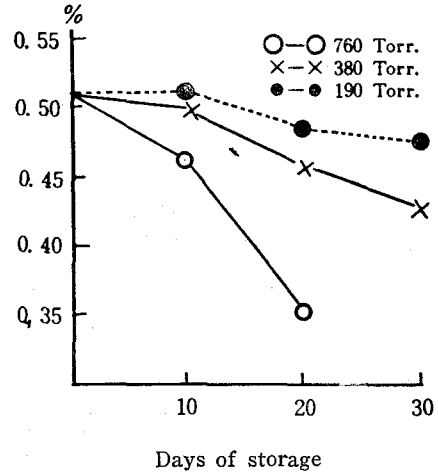


Fig. 6. Effect of subatmospheric pressure on titratable acidity of tomato fruits

程度가 적음을 알 수 있었다.

各 處理區別 遊離酸의 減少傾向을 보면, 常壓區는 貯藏 10日까지는 緩慢하게 減少되다가 그후 급격히 減少하여 貯藏 20日에는 0.35%로 減少하였으나, 減壓區에서는 減少 傾向이 緩慢하여 貯藏 30日 經過後에도 380 Torr 區는 0.43%, 190 Torr 區는 0.47%로 比較的 높은 含量을 보이고 있다.

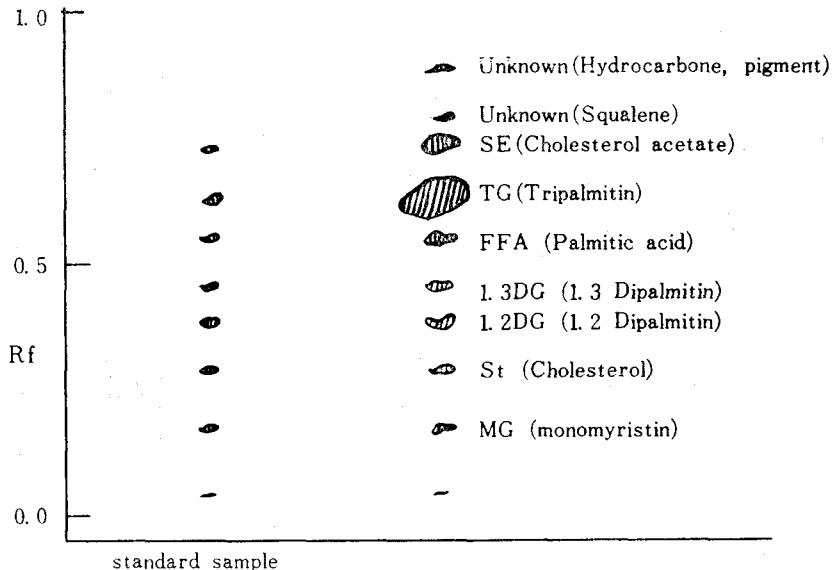


Fig. 7. Thin-layer chromatogram of lipid standards and neutral lipids in tomato fruits

4. 減壓貯藏中の 脂質含量의 變化

가. 脂組成

토마토果實에서 抽出한 脂質의 무게를 粗脂肪量으로 表示하고, 中性脂質, 磷脂質, 糖脂質의 含量을 함께 表示하면, Table 6 과 같다.

즉, 總脂質은 102.5mg%/f.w. 이며 이 가운데 中性脂質은 46% 로 가장 많고, 磷質이 32% 로 적으며, 糖脂質은 13% 로 가장 적은 含量이었다.

Table 6. Determination and composition of crude lipid

Crude lipid*	% of total Lipid (102.5mg/100g f.w.)
Neutral lipid	46%
Phospho lipid	32%
Glyco lipid	13%

* : gravimetric method mg/100g f.w.

1) 中性脂質의 組成 : TLC 를 利用하여 中性脂質의 組成을 調査한 結果는 Fig. 7 및 Table 7 과 같다.

즉, 토마토 果實의 中性脂質로는 9 가지가 分離되었는데, 其中 7 種은 sterol ester (SE), triglyceride (TG), free fatty acid (FFA), 1, 3-diglyceride, 1, 2-diglyceride, sterol (St), monoglyceride (MG) 로 確認되었으나, 2 種은 上田等의 報告¹⁸⁾로 미루어 hydrocarbone, pigment 와 squalene 으로 推定된다.

Table 7. Determination of individual neutral lipid.

Component	Content(%)
Sterol ester	6.8
Triglyceride	49.3
Free fatty acid	4.9
Diglyceride	19.3
Sterol	3.9
Monoglyceride	3.4

그리고, mature green stage 의 토마토 果實의 中性脂質은 TG 가 49.3%로서 가장 많고 그 밖에 DG, SE, FFA, St, MG 가 各各 19.3%, 6.8%, 4.9%, 3.9%, 3.4% 程度 含有되어 있었다.

2) 磷脂質의 組織 : 磷脂質을 分離하여 TLC 로 二次元展開를 한것은 Fig 8 에서와 같이 phosphatidic acid(PA), cardiolipin(CL), phosphatidylcholine(PC), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl glycerol(PG), phosphatidyl inositol(PI), phosphatidyl serine (PS)의 7 種으로 分離되었다.

TLC 로 分離된 磷脂質을 定量한 結果는 Table 8 과 같이 PC 와 PE 가 各各 38.0%, 23.7%로 含量이 높았고 PI 와 PA 는 12.6%, 9.7%로서 그 含量이 比較的 낮았으며 CL, PG 와 PS 는 極微量들어 있음을 알 수 있었다.

나. 總脂質含量의 變化

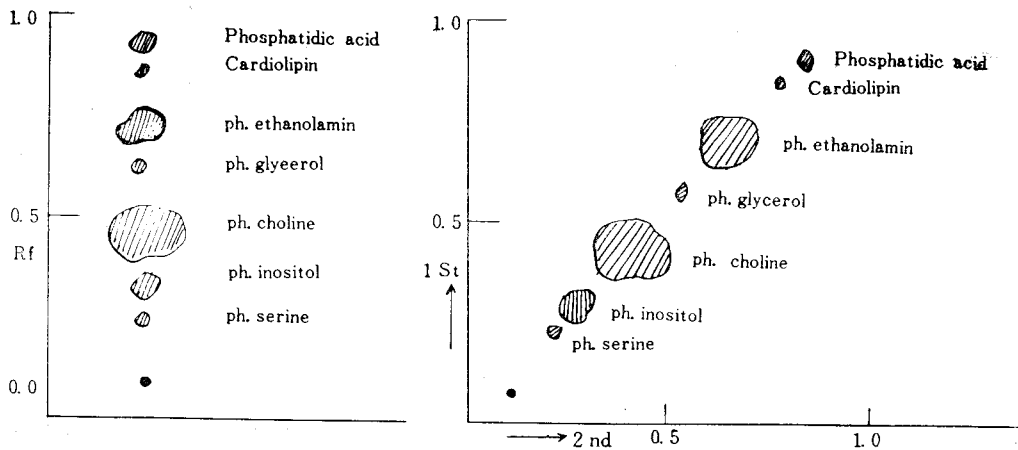


Fig. 8. Thin-layer chromatograms of phospho lipids in tomato fruits.

Table 8. Determination of individual phospholipid

Component	Content(%)
Ph. choline	38.0
Ph. ethanolamine	23.7
Ph. inositol	12.6
Phosphatidic acid	9.7
Cardiolipin	trace
Ph. glycerol	trace
Ph. serine	trace

貯藏中 토마토 果實의 總脂質含量的 變化를 常壓區와 減壓處理區別로 調査한 結果는 Table 9 에 나타난 바와 같이 토마토 果實의 着色이 일어남에 따라 總脂質量은 다같이 減少되는 傾向을 나타내었다. 즉, 常壓區에 있어서 mature green stage에서 收穫한 果實에서는 102.5mg%/100g f.w. 이었던 것이 10日 經過後에는 約 70%로 減少되었고, 그 後 貯藏日數가 經過됨에 따라 漸次로 減少하여 20日頃에는 約 56%로 減少되었다. 그리고, 減壓區에 있어서는 減少 傾向이 比較的 적어 常壓區에 비해 190 Torr區에서는 貯

Table 10. Changes of neutral lipids in tomato fruits during subatmospheric storage

Storage pressure (Torr)	Days of storage				
	5	10	15	20	30
760	41.0*	54	57.2	59.5	—
380	46.8	44.2	42.5	40.5	41.2
190	47.0	46.3	44.7	42.4	39.0

*: gravimetric method mg/100g f.w.

** : contents in 100g original fresh pulp: 47.2mg%

다가 그후 현저히 增加하였는데 반해 減壓區에서는 대체로 減少하는 傾向을 보였다.

2) 中性脂質의 各成分의 變化: 中性脂質을 構成하고 있는 各成分의 變化를 보면 Table 11과 같다. 토마토 果實의 中性脂質의 主要成分인 TG의 變化는 貯藏日數의 經過에 따라 全般的으로 減少되는 傾向이 있었고 處理區別로 보면 常壓區에서는 貯藏 10日頃에 貯藏初期 含量的 約 22%가 減少하였으며 貯藏 20日頃에는 約 30%가 減少하였는데 比하여 減壓區인 380 Torr區 및 190 Torr區는 다같이 10日까지는 減少가 없었으나 貯藏 20日頃에 380 Torr區는 20.5mg%로 初期含量

藏 30日에 이르러서도 初期含量的 約 76%나 되는 脂質이 남아 있었다.

Table 9. Changes of total lipids in tomato fruits during subatmospheric storage.

Storage pressure (Torr)	Days of storage		
	10	20	30
760	72.8*	56.2	—
380	84.5	73.0	51.5
190	93.9	81.5	78.0

*: gravimetric method, mg/100g f.w.

** : contents in 100g original fresh pulp: 102.5mg%

다. 中性脂質의 變化

1) 中性脂質의 含量變化: 토마토 果實의 總脂質의 46%를 차지하고 있는 中性脂質의 變化를 減壓處理區別로 調査한 結果는 Table 10과 같이 常壓區와 減壓區 사이에 相當한 變化의 差異를 나타내고 있었다.

즉, 常壓區에서는 貯藏 5日頃에 일시 減少하였

의 約 12%가 減少하였고, 190 Torr區에서는 貯藏 20日에는 22.1mg%로서 初期含量的 約 5%가 減少하였다. 그리고 貯藏 30日에 이르러서도 380 Torr區는 25%, 180 Torr區는 約 13%의 減少로서 전반적으로 常壓區가 減壓區보다 減少하는 傾向이 클을 알 수 있었다. 그리고, DG의 含量變化는 常壓區에 있어서는 呼吸의 climacteric onset期까지 減少하다가 其後 增加하는 傾向이었다. 즉, 常壓區에서는 처리 5日頃에 가장 낮은 값을 나타내고, 그후 20日頃까지 대체적으로 增加하였으며, 380 Torr區는 처리 20日까지 減少하다가 其後 增加하였고, 190 Torr區는 30

일까지 계속 減少하는 것으로 보아 climacteric rise와 관련이 있는 것으로 思料되었다.

Table 11. Changes of individual neutral lipids in tomato fruits during subatmospheric storage

Component	Storage pressure(Torr)	Individual neutral lipid				
		5(days)	10(days)	15(days)	20(days)	30(days)
Triglyceride	760	20.5*	18.2	17.7	16.5	—
	380	23.1	23.2	22.0	20.5	17.5
	190	23.2	23.2	22.6	22.1	20.3
Diglyceride	760	8.1	11.3	11.2	12.4	—
	380	9.1	9.1	8.9	7.8	9.2
	190	9.1	9.2	9.1	9.1	8.7
Free fatty acids	760	2.3	3.1	3.8	5.1	—
	380	2.3	2.3	2.4	2.8	2.6
	190	2.3	2.3	2.3	2.3	2.5
Sterol ester	780	8.1	7.2	7.1	6.6	—
	380	2.7	3.4	3.5	4.0	3.8
	190	3.2	3.2	3.2	3.4	3.9

* : Photometric method mg/100g f.w.

The initial concentration of individual neutral lipids was as follows; Triglycerides; 23.2mg/100g f.w., Diglycerides, 9.1mg/100g f.w., Free fatty acids; 2.3mg/100g f.w., Sterol ester; 3.2mg/100g f.w.

토마토 果實의 遊離脂肪酸의 貯藏中の 變化는 貯藏時日이 經過함에 따라 處理區別로 若干의 差異가 있으나 대체적으로 增加하는 傾向을 보이고 있다. 즉, 常壓區의 경우 貯藏 20 日에서는 初期 含量보다 약 2 倍(5.1mg%) 以上으로 增加하였으나 380 Torr 區에서는 貯藏 20 日까지는 變化가 없었으며, 貯藏 20 日 후에는 若干增加하는데 비해 190 Torr 區에서는 貯藏 20 日까지 變化가 없다가 貯藏 30 日에 이르러 若干 增加하는 傾向이 었다.

토마토 果實의 SE의 含量變化는 常壓區에서는 貯藏 5 日頃に 約 2.5 倍로 急激히 增加한 後 점차 減少하는 傾向이었으며, 308 Torr 區에서는 貯藏 20 日까지 緩慢하게 增加하다가 貯藏 30 日에 이르러 다소 減少하였고, 190 Torr 區에서는 貯藏 20 日 까지 變화가 없다가 그 以後 若干 增加하는 傾向을 보였으며 이러한 SE의 變化 傾向은 呼吸의 climacteric rise와 관련이 있는 것으로 思料된다.

라. 磷脂質의 變化

1) 磷脂質含量的 變化: 貯藏中の 磷脂質含量的

變化를 減壓處理區別로 調査한 結果는 Table 12에서 보는 바와 같이 日數가 經過됨에 따라 減少하였으나, 常壓區에 비하여 減壓區에서 減少率이 적었다. 즉, 常壓區에서는 貯藏 20 日까지 급격한 減少를 보여 約 60%가 減少한 반면 減壓區인 380 Torr 區에서는 貯藏 20 日에 이르러서도 約 10%가 減少하였고, 190 Torr 區에서는 貯藏 10 日에서는 初期含量과 거의 같고 貯藏 30 日에 이르러서도 約 7% 밖에 減少되지 않은 대단히 完滿한 變化를 나타내었다.

2) 磷脂質의 各成分의 變化: 토마토 果實의 磷脂質의 各成分의 變化를 處理區別로 調査한 結果는 Table 13과 같다.

磷脂質의 主要成分의 하나인 PC의 變化는 呼吸의 climacteric onset 期까지는 各 處理區 모두 減少하다가 其後 增加하는 傾向을 보이고 있다. 즉, 常壓區는 處理 5 日頃に 1.6mg로 減少하였다가 其後 增加하였으며, 處理末期인 20 日에 이르러 다시 減少하는 傾向이었다. 그리고, 減壓區인 380 Torr 區는 處理 20 日까지 계속 減少하다가 其後 다소 增加하였고, 190 Torr 區는 處理末

Table 12. Changes of phospholipid during subatmospheric storage

Storage pressure (Torr)	Days of storage				
	5	10	15	20	30
760	25.5*	22.8	17.2	12.9	—
380	32.1	31.5	30.7	29.2	18.9
190	32.5	32.2	31.9	31.5	30.2

* Gravimetric method mg/100gf.w.

** The initial concentration of phospholipid was 32.5mg/100g f.w.

Table 13. Changes of individual phospholipid in tomato fruits during subatmospheric storage

Component	Storage pressure (Torr)	Individual phospholipid content				
		5(days)	10(days)	15(days)	20(days)	30(days)
Ph. choline	760	1.60*	1.80	1.80	1.60	—
	380	3.10	3.10	2.11	1.80	1.90
	190	3.30	3.25	3.10	2.59	2.38
Ph. ethanlamine	760	2.30	1.63	1.70	1.75	—
	380	1.80	1.36	1.45	1.95	1.85
	190	2.10	2.00	1.97	1.95	1.46
Ph. inositol	760	0.81	0.71	1.63	0.55	—
	380	0.93	0.77	0.77	0.75	0.70
	190	1.01	1.01	1.01	0.99	0.95
	760	0.65	0.69	0.68	0.71	—
	380	0.63	0.63	0.63	0.65	0.68
	190	0.62	0.63	0.63	0.63	0.64

* Lipid-P mg/100g f.w. The initial concentration of individual phospholipid was as follow;

Ph. choline; 3.3mg/100g f.w.

Ph. ethanolamine; 2.17g f.w.

Ph. inositol; 1.02g f.w.

Phosphatidic acid; 0.68g f.w.

기까지 계속 減少하는 傾向을 보였다.

그리고, PE의 變化도 呼吸의 climacteric rise와 關聯이 있는 듯한 傾向이었다. 즉, 常壓區는 5日頃에 가장 높은 값을 나타내고, 10日頃에 급격히 減少하다가 다시 增加하는 傾向이었으며, 減壓區인 380 Torr區는 10日頃까지 減少하다가 其後 增加하여 20日頃에 가장 높은 값을 보여 주었으며 190 Torr區는 末期까지 계속 減少하는 傾向이었다. PI의 含量 變化는 계속 減少하는 傾向을 보이나 PA의 含量 變化는 他磷脂質의 成分 變化와는 달리 貯藏日數가 經過할 수록 增加하는 傾向이었다.

考 察

1. 減壓貯藏中の 呼吸量과 外觀變化

토마토 果實은 수확 후에도 숙성이 進行되며, 이것을 人爲的으로 조절할 때 追熟이라 하며, 이 追熟이 계속 進行되면 마침내는 老化하여 果實이 가진 本來의 特性을 잃게 된다.

이와같은 追熟進行 過程을 果實의 鮮도와 關聯하여 判斷하는 하나의 기준으로서 外觀 즉, 果實 表面의 色相變化와 硬度變化를 들수 있을 것이다. 토마토 果實의 色相은 未熟果일 경우 chlorophyll이 大部分이며 熟成이 進行됨에 따라 chlorophyll

은 漸次 減少하고 lycopene 등이 生成되어 果實特有的 色相을 나타내는 것이다. 그리하여, 特有的 色相이 發現된 이후 時日이 경과하면 硬度 등이 漸次 變化되어 鮮도가 低下한다. 따라서 果實을 오래 貯藏 할려면 이와같은 色相, 硬度 등의 變化가 지연되거나 완만하게 일어나게 하여야 할 것이다. 그리고 果實의 追熟作用은 一般的으로 climacteric rise 現象이 있는 것에서 顯著 하다는 것으로 미루어 收穫후의 呼吸量의 變化와도 밀접한 關係가 있는 것으로 思料된다. 즉, 果實의 熟成은 pre climacteric stage 부터 일어나며 climacteric maximum 에서 절정에 달하며 post climacteric stage 부터는 점차 老化한다는 것으로도 추측이 가능하다. 토마토 果實도 바나나 등과 함께 수확 후 呼吸의 climacteric rise 를 가지는 果實이다.²¹⁾ 본실험 결과에서 減壓處理에 의한 呼吸量(Fig. 3)의 變化를 보면 貯藏期間中 減壓區가 常壓區보다 낮은 값을 보여주었으며 pre climacteric stage 및 climacteric maximum 에 이르는 時期에도 많은 差가 있었음을 明白히 알 수 있었다. 즉, 常壓區는 pre climacteric stage 가 貯藏 5日頃에 나타났는데, 減壓區는 그보다 10~17日이 늦게 나타났고 climacteric maximum 에 이르는 것도 常壓區는 貯藏 8日만에 나타났는데 비하여, 減壓區는 이보다 12日以上 늦게 나타나는 것으로 미루어 減壓이 토마토 果實의 追熟을 억제 또는 지연시키는 效果가 있음을 알 수 있다.

이와같은 結果는 孫¹¹⁾ 등이 사과를 시료로 한 減壓貯藏試驗에서 減壓程度를 달리하여 貯藏中の 呼吸量을 조사한 바 常壓區가 減壓區보다 呼吸量이 많으며 climacteric rise 現象도 常壓區가 減壓區보다 빨리 나타난다는 報告와 一致하는 結果이며, 이것은 減壓으로 인하여 環境 中の 氣體量의 減少, 즉 環境中 酸素濃度의 減少가 呼吸抑制 效果를 가져오는 原因으로 判斷되어 Kidd²²⁾, Young²³⁾ 등이 報告한 CA 效果라고도 볼 수 있어 減壓處理가 果實의 追熟期間을 연장시키는 有效한 方法이라 思料된다. 한편 呼吸量의 變化와(Fig. 3) 熟度의 變化(Table 4)를 관련지어 본바 pre climacteric stage 에 이르는 시기에 熟度로서는 light pink stage 에 이르러 있으며 climacteric maximum 을 後前하여 dark pink stage 에 도달하고 table ripe 에 이르는 것은 post climacteric stage 로서 熟度와 climacteric rise 現象과는 대단히 밀접한 關係에 있음이 減壓處理를 한 경우에

도 적용될 수 있음을 明白히 한 結果라 하겠다. 또한, 熟度와 깊은 關聯이 있는 chlorophyll 의 變化는 常壓區의 減少傾向과 減壓區의 傾向에 현저한 差異가 있는 것을 볼 수 있었다. 그리고, 呼吸量, 熟度 및 chlorophyll 의 關係는 梔浦²⁴⁾가 사과, 복숭아를 減壓處理 하므로써 着色이 지연됨을 報告한 것과 Wu⁹⁾, Salunkhe²⁵⁾, Rodes²⁶⁾ 등이 토마토, 배의 chlorophyll 減少 지연 效果를 입증한 사실과, Salunkhe²⁵⁾가 追熟抑制 效果에 對해서, Biale²⁷⁾, 梔浦²⁴⁾, Salunkhe²⁵⁾ 등이 果實의 軟化 지연 效果를 報告한 結果들과 一致하는 內容으로서 減壓이 果實의 呼吸抑制 및 기타 外觀變化등을 지연시키는데 效果가 있음을 立證하는 結果라 사료된다.

2. 減壓貯藏中の 成分變化

果實中에 含有되어 있는 炭水化合物의 大部分은 單糖類이며 그 중 主要한 것은 sucrose, glucose, fructose, fructose 이다. 이들은 未熟果에서 볼수 있는 starch 의 分解에 의하여 生育後期에서부터 收穫貯藏中の 熟成期間 동안에 增大되는 傾向도 있으며 貯藏末期에는 呼吸基質로 되어 消費되기도 한다.²⁸⁾ 本實驗에서도 貯藏中 starch 含量은 減少되는데 反해 糖의 含量은 增加하고 있다. 그리고, 糖의 變化가 貯藏末期까지 增加하는 것으로 미루어 糖이 呼吸基質에의 利用은 많지 않은 것으로 生覺되며, 同一한 傾向이 岡本의 사과를 시료로한 CA 貯藏²⁹⁾ 畑田의 綠熟 banana 의 CA 貯藏³⁰⁾ 및 Wu³¹⁾ 등의 tomato 貯藏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 등³²⁾이 있다. 果實의 貯藏中 有機酸의 消長에 關하여는 많은 研究가 있으며^{33,34,35)} 감귤에서는 citric acid 의 減少³⁶⁾와 포도³⁸⁾ 및 사과³⁷⁾에서는 malic acid 의 減少가 가장 顯著하다고 알려져 있다. 그리고, 果實에서는 熟度가 進展됨에 따라 有機酸이 減少하는 것이 一般的인 過程으로 알려져 있으나³⁸⁾ 이것은 鮮도와 食味에도 關係가 크며 岡本의 報告²⁹⁾에 의하면 사과를 보통 貯藏과 CA 貯藏으로 區分하여 貯藏하였을 때의 酸의 變化를 比較하였던 바 보통 貯藏보다 CA 貯藏區의 減酸程度가 적었음을 指摘하고 있어 이는 CA 效果에 起因하는 것이라 思料된다. 本實驗에서도 常壓區와 減壓區의 減酸傾向을 比較해 본바 (Fig. 5) 貯藏中 減酸速度는 減壓區가 常壓區보다 적었으며 減壓區 中에

서도 減壓程度가 높을수록 減酸速度가 늦어지는 傾向이었는데 이는 배, 살구, 복숭아 등의 果實의 減壓貯藏의 結果에서도指摘되어⁴²⁾ 있으며 이는 減壓處理에 의한 呼吸抑制의 結果가 明白히 나타난 것이라 思料된다.

3. 脂質成分의 變化

果實, 菜蔬는 大體로 脂質含量이 적고 더우기 脂溶性色素를 많이 含有하고 있으므로 이것이 熟度와 貯藏의 性質에 어떠한 影響이 있으리라 推測되어 常壓 및 減壓處理 하여 調査한 바 粗脂質이 102.5mg% f.w.로서 他果實에 比하여 많지 않은 含量이었으며 그組成은 中性脂質이 46%로서 가장 含量이 많았고, 다음이 磷脂質, 糖脂質의 順이었다(Table 6). 그리고 이들 脂質의 減壓處理中の 動向을 climacteric rise 現象 및 熟度와 關係하여 본 바 脂質組成에 따라 매우 밀접한 關係³⁹⁾가 있음이 확인되었다. 그리고 이들 脂質의 構成成分을 調査한 바 中性脂質을 構成하는 것으로는 sterol ester, triglyceride, free fatty acid, diglyceride, sterol, monoglyceride 등이, 磷脂質에는 phosphatidic acid, cardiolipin, ph. ethanolamin, ph. glycerol, ph. choline, ph. inositol, ph. serine 등이 檢出되었으며, 이와같은 tomato 果實의 組織 조성은 사과⁴⁰⁾, orange⁴¹⁾등과 매우 유사하며 이들 構成成分中 特히 diglyceride, sterol ester, ph. choline 및 ph. ethanolamine은 climacteric rise 및 熟度와 깊은 關係가 있음⁴²⁾을 시사하고 있다.

즉, 본실험에서 행한 토마토 과실의 수확 후 常壓 및 減壓處理를 하였을 때의 脂質의 動向을 보면 大體로 果實이 着色하기 始作하는 時期인 dark pink stage에서 현저한 變化가 있었으며 이 stage는 climacteric rise中 pre climacteric stage와 同一時期에 일어남으로 보아 果實內 脂質의 動向이 熟度 및 climacteric rise와 깊은 關係가 있음이 明白함을 알 수 있다. 더욱기 이와같은 動向은 中性脂質에서 明白하여 常壓區가 貯藏 5日인 climacteric minimum에서 가장 적은 값으로 低下되었다가 그후 증가하였으며, 減壓區에서도 climacteric minimum에서 가장 낮은 값을 나타내는 것으로 보아도 알 수 있다(Fig. 3 및 Table 10 參照). 即 이것은 果實이 熟成되기 시작하는 時期부터 成熟 hormone인 ethylene의 生成이 增大되며 이에따라 果肉의 軟化等⁴³⁾이 일어나 可食狀態가 되며 이 時期에 脂質含量이 현저

하게 變化한다는 報告와도^{18, 44)} 一致하는 結果라 사료되며 減壓處理로서 粗脂質의 變化가 完만하다는 등의 結果는 減壓이 果實의 生理作用에 크게 影響이 있음을 시사하는 것이라 생각된다. 그리고 果實의 構成成分 特히 細胞膜 등의 膜組成으로 生理上 重要한 役割을 하고 있는 것으로 알려진 磷脂質은 處理中 減少하는 傾向이었는데 磷脂質의 構成成分中 ph. choline과 ph. ethanolamine을 熟度와 關係하여 볼 때 各各 相異한 傾向이었으며 이와같은 傾向으로 因하여 磷脂質 全量의 變化에서는 熟度와 關聯이 없는 傾向으로 나타난 것⁴⁵⁾으로 생각된다. 即, ph. choline은 dark pink stage에서 가장 낮은 값이 되었다가 그후 다시 上昇하는 傾向이었는데 反하여 ph. ethanolamine은 dark pink stage에서 높은 값을 나타내다가 그후 점차 減少하는 傾向으로 보아 이들 脂質이 果實의 熟度와 밀접한 關係가 있음을 알 수 있다(Fig. 3 및 Table 13 參照). 이와같은 關係는 南出⁴⁶⁾, Goldstein⁴⁸⁾, Galliard⁴⁹⁾ 등의 報文에서도 지적한 바 있어 磷脂質이 果實의 熟度 및 climacteric rise와 깊은 關係가 있음을 것으로 判斷된다.

摘 要

토마토 商種中 “強力米壽”를 露地 栽培한 것 중 mature green stage에서 수확하여 常溫 減壓 下에서 處理하였을 때의 저장 生理와 關聯하는 主要成分 및 呼吸量, 熟度, chlorophyll, 脂質 등의 變化를 調査한 바,

1. 果實의 climacteric rise의 發現은 減壓區보다 10日 이상 지연되었으며,
2. 處理期間中 熟度の 變化는 減壓程度에 따라 差가 있어, 大體로 減壓度가 높을수록 지연되었다. 이 關係는 climacteric rise와도 密接한 關係가 있었으며 處理區에 關係 없이 dark pink stage와 climacteric maximum는 一致하였다.
3. 果實의 色相과 關係가 깊은 chlorophyll의 減少도 常壓區가 減壓區보다 현저하였다.
4. 果實의 含有脂質은 中性脂質, 磷脂質, 糖脂質이었으며 그중 中性脂質이 46%, 磷脂質이 32%, 糖脂質이 13%이었다.

中性脂質의 構成은 sterol ester, triglyceride, free fatty acid, 1.3 diglyceride,

1,2 diglyceride, sterol, monoglyceride 의 7種이었으며, 이中 triglyceride 가 49.3% 로서 가장 함량이 많았다. 磷脂質은 phosphatidic acid, cardiolipin, phosphatidyl choline, phosphatidyl ethanolamine, phosphatidyl glycerol, phosphatidyl inositol phosphatidyl serine 의 7種으로 構成되며 이中 phosphatidyl choline 및 phosphatidyl ethanol amine 이 가장 많이 함유되고 있었다.

5. 貯藏中 總脂質은 時日이 경과함에 따라 漸次 減少하는 傾向이었는데 常壓區에 비하여 減壓區의 變化가 적었다. 中性脂質은 climacteric rise 및 熟度와 관련하여 變化하였으며 climacteric onset 期에 가장 많이 減少하다가 다시 上昇하는 傾向이었다. 中性脂質 中 climacteric rise 및 熟度와 관련하여 變化한 것은 diglyceride 및 sterol ester 의 2種이었으며 diglyceride 가 中性脂質 全量의 變化와 同一한 傾向인데 反하여 sterol ester 은 climacteric onset 까지 增加하다가 其後 減少하였다. 磷脂質도 貯藏期間 中 處理區에 關係없이 다같이 減少되었는데, 그 程度는 常壓區에 비하여 減壓區의 變化가 적었다. 磷脂質 中 ph. choline 과 ph. ethanolamine 은 climacteric rise 및 熟度와 관련하여 變化하였다. 中性脂質 diglyceride 및 sterol ester 와 磷脂質의 ph. choline 과 ph. ethanol amine 은 climacteric rise 와 관련하여 變化하였다.

參 考 文 獻

1. 大久保増太郎, 前澤辰雄: 日園誌, 36(4): 90 (1967)
2. Parsons, C.S., and Anderson. R.E.: Progress on controlled atmosphere storage of tomatoes, peaches, and nectarines. In year book, United Fresh Fruit and Vegetable Assoc., Washington, D.C. 1970.
3. Craft, C.C. and Heinze: P.H. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 64: 343 (1954)
4. Hall, C.B: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 84: 507(1964)
5. Kattan, A.A: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.,

- 70: 379 (1957)
6. 大久保増太郎, 前澤辰雄: 日園誌 35(3): 227 (1965)
7. 大久保増太郎: 日園誌, 37(3): 258 (1968)
8. Wu, M.T., Jadhav S.J. and Salunkhe D.K.: J. Food Sci., 37: 952 (1972)
9. Dilley, D.R: 102nd Ann. Rpt. Mich. State Hort. Soc., 82 (1972)
10. Kader, A.A. and Morris L.L.: Hort. Science, 9: 274 (1974)
11. 손태화, 최중옥, 김성달: 한국식품과학회지, 4(1): 13 (1972)
12. Biale, J.B.: Ann. Rev. Plant Physiol., 1: 183 (1950)
13. 加藤勝一, 茶珍和雄, 緒方邦安: 日園誌, 36(4): 83 (1967)
14. 糖質實驗法. p.13 共立出版(東京), 1967.
15. Gaines, T.P. and Meudt W.J.: Tobacco Science, 12: 130 (1968)
16. Folch, J., Less M. and Sloane Stanley G.H.: J. Biol. Chem., 226: 497 (1957)
17. Rouser, G., Kritchevsky G. and A. Yamamoto. Column chromatographic and associated procedures for separation and determination of phosphatides and glycolipids, in: Lipid chromatographic analysis(G. V. Marinetti, [ed], p. 99 Marcel Dekker, New York. (1967)
18. 上田悅範, 南山隆久, 緒方邦安, 釜山英雄: 食工誌, 17(2): 49 (1967)
19. 作物分析委員編: 榮養診斷のための栽培食物分析測定法. 養賢堂(東京), p.355 (1976)
20. 作物分析委員會編: 榮養診斷のための栽培植物分析測定法. 養賢堂(東京), p.356 (1976)
21. 緒方邦安: 園藝食品の加工と利用, (東京), p. 124 (1968)
22. Kidd, F. and West C.: J. Pomol. Hort. Sci., 8: 67 (1931)
23. Young, R.E., Romani, R.J. and Biale J. B.: Plant Physiol., 37: 416 (1962)
24. 梶浦一郎: 日食工誌, 20: 331 (1973)
25. Salunkhe, D.K. and Wu M.T.: J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98: 113 (1973)
26. Rhodes, M.J.C. and Woollorton L.S.C.: Phytochem., 6: 1 (1967)

27. Biale. J.B: *Adv. Food Res.*, **10** : 293 (1960)
28. 岡本辰夫 : 植物と化學調節, **5**(2) : 168 (1970)
29. Okamoto, T., Horitsu, K. and Harata J.:
J. Agr. Food Sci.. Technol. Japan, **8**(4) :
194 (1961)
30. 日田卓夫, 上田悦範, 緒方邦安 : 日食工誌,
14(4) : 131 (1967)
31. Wu, M.T. and Salunkhe D.K.: *Utah Science. March*, 29 (1972)
32. 李東碩, 禹相圭, 梁且範 : 韓食科誌, **4**(2) :
134 (1962)
33. 森 健, 村岡信雄, 花雄 : 日食工誌, **15** : 136
(1969)
34. 岩田 隆, 中川勝也, 緒方邦安 : 日園學誌, **38** :
93 (1969)
35. 山崎利彦, 新妻胤次, 田口辰雄 : 日園學雜 **40** :
268 (1968)
36. 緒方邦安 : 園藝食品の加工と利用. 養賢堂(東京), p.58 (1968)
37. Chace, W.G. Jr : *Proc. Ist Int. Citrus Symp.*, **3** : 1365 (1969)
38. 森健 : 農及園, **47** : 1363 (1972)
39. 平山修, 大井戸秀年 : 日農化誌, **43** : 423 (1969)
40. Galliard, T. : *Phytochem.*, **7** : 1915 (1968)
41. Vandercook, C.E., Guerrero H.C. and R.L. Price: *J. Agr. Food Chem.*, **18**(5) : 905 (1970)
42. Gibson, K.D., Wilson J.D. and S. Udendfriend: *J. Biol. Chem.*, **236**(3) : 673 (1961)
43. Biale, J.B: *Science*, **146** : 880 (1964)
44. 南出隆久, 上田悦範, 緒方邦安, 釜山英雄 : 日食工誌, **17**(3) : 104 (1970)
45. Miric, M.O. and Cupic Z.: *Z. Hrana Ishrana*, **6**(5) : 267 (1965)
46. Goldstein, J.L. and Wick E.L.: *J. Food Sci.*, **34** : 482(1969)