

감압저장중 Tomato 과실의 향기 및 지질성분의 변화  
-저장중 지질성분의 변화와 향기성분과의 상관관계-

손태화 · 천성호 · 최상원 · 문광덕 · 정신교

경북대학교 식품공학과

Changes of Flavor Components and Lipid Contents in Tomato  
Fruits during Storage : Changes of Lipid Condents and  
Its Correlation with Flavor Components

Tae-Hwa Sohn, Seong-Ho Cheon, Sang-Won Choi,  
Kwang-Deog Moon and Shin-Kyo Chung

*Department of Food Technology, Kyungpook National University, Taegu*

**Abstract**

Total lipid contents of tomato fruits were 97.6mg% and composed of neutral lipid(45.1 mg%), phospholipid(31.2 mg%) and glycolipid(12.4 mg%). The contents of neutral lipid were slowly increased from the period of climacteric rise, but those of glycolipid and phospholipid were slowly decreased at the end of storage period. Major fatty acids in all lipids were identified to be palmitic, stearic, linoleic and oleic acids. The contents of linoleic acid in all lipids at 25°C and those in neutrallipid at 15°C were decreased, while those in phospholipid were slightly increased during storage. The contents of palmitic acid in neutral lipid were decreased, whereas those in glycolipid and phospholipid have a tendency to increase during storage. As for normal atmospheric pressure-normal temperature(NAP-N) condition, volatiles from homogenated tomato fruits were positively correlated with palmitic acid of neutral lipid, whereas negatively correlated with linoleic acid. As for subatmospheric pressure-low temperature(SAP-L) condition, the relationship between volatiles and fatty acids of neutral lipid was similar to NAP-N condition. Volatiles were positively correlated with linoleic acid of glycolipid and stearic acid of phosholipid, whereas negatively correlated with oleic acid of glycolipid and palmitic acid of phospholipid, respectively.

서 론

지질은 향기성분과 중요한 관계를 가지는데 Forss<sup>(1)</sup>는 향기성분의 전구물질에 관한 연구로서 탄수화물, 단백질, 지질등이 관여하며 그 중 지질이 특히 중요한 역할을 한다고 하였으며, 그 후 여러 연구자들에 의해 지질을 구성하는 지방산중 불포화지방산이 여러 방향화합물의 전구물질로 작용한다는 것을 여러 과실에서 확인하였

다.<sup>(2,3)</sup> Jadhav 등<sup>(4)</sup>과 Galliard 등<sup>(5)</sup>은 휘발성 성분의 생합성 기구를 조사하기 위해 전구물질로서 아미노산 및 유리지방산을 이용하여 labelling 방법으로 조사한 결과 leucine 에서 3-methyl-1-butanol, linoleic acid 에서 hexanal 등이 생성되는 것을 확인하였으며, 이들 성분은 토마토 과실중에 존재하는 효소계에 의해 생성된다고 보고하였다. 그리고 Wong 등<sup>(6)</sup>은 토마토 과실의 가열취의 주요성분인 dimethyl sulfide 는 과실중에 함유되어

있는 5-methyl methionine sulfonium 의 분해에 의해 생성됨을 보고하였다. 이와 같이 토마토 과실의 휘발성 성분의 생성은 불휘발성 성분과 밀접한 관계가 있다. 본 연구에서는 저장중 토마토 과실의 지질성분의 변화와 이의 향기성분과의 상관관계를 검토하였기에 이에 보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

대구시 동구 지저동 소재 농원에서 노지재배한 토마토 품종 “強力美穗”를 숙도가 녹숙기에 이른 것을 수확하여 시료로 하였다

### 실험구분 및 장치

실험구분은 Table 1과 같이 하였고 감압장치는 손등<sup>(7)</sup>의 감압조절장치를 사용하여 온도, 압력을 조절하였고 저장중 발생하는 CO<sub>2</sub>를 제거하였다.

Table 1. Classification of experimental conditions

Pressure (Torr.)	Temp. (°C)	Note
760	25	NAP-N
	15	NAP-L
380	25	SAP-N
	15	SAP-L

### 총지질 및 지질성분의 분리 및 정량

총지질의 추출은 Folch 법<sup>(8)</sup>에 따라 실시하였으며 추출한 지질을 감압농축한 후 건조시켜 평량하여 총지질로 하였으며 이를 Rouser 등<sup>(9)</sup>의 방법에 따라 silicic acid column chromatography 에 의하여 중성지질, 당지질 및 인지질로 분리, 정량하였다.

### 지방산의 분리 및 정량

중성지질, 당지질 및 인지질의 각 지방산 조성은 일본 유지 및 유지제품 시험법<sup>(10)</sup>에 따라 GC에 의하여 분리 및 정량하였다. 시료일정량을 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>-CH<sub>3</sub>OH (1:3:90, v/v/v) 용매로 150분동안 가열하여 methylester 화 시킨 후 냉각시켜 petroleum ether 로 추출하고 이를 산성을 나타내지 않을 때까지 수세하고 무

수황산나트륨으로 탈수, 농축한 다음 diethyl ether 에 용해시켜 GC 분석을 실시하였다. GC로 분리된 각 peak 는 같은 조건에서 표준지방산 methylester (東京化成製)의 保持시간과 비교하여 동정하였다. GC 분석조건으로 column 은 15% DEGS(3mmI, D. ×2.0m)를 사용하였고 분석온도는 160°C에서 190°C까지 분당 1.5°C씩 상승시켰고 detector 는 F. I. D. 를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 총지질 함량의 변화

저장중 총지질 함량의 변화는 Fig. 1과 같이 NAP-N 과 SAP-N 에서는 감소한 후 호흡 climacteric rise 시기와 더불어 증가하였으나 NAP-L 과 SAP-L 에서는 과실의 착색, 연화가 진행됨에 따라 서서히 감소하였다.

### 중성지질, 당지질 및 인지질 함량의 변화

저장중 중성, 당 및 인지질의 함량변화를 조사한 결과는 Fig. 2-4와 같다.

저장초기의 지질함량은 중성지질, 인지질, 당지질의 순으로 높았으며 그 중 중성지질은 호흡 climacteric rise 와 더불어 NAP-N 과 SAP-N 에서 감소한 후 증가하였으며 NAP-L 과 SAP-L 에서는 저장말기까지 서서히 감소하였다.

### 지방산 조성의 변화

토마토 과실의 지질을 구성하는 지방산 조성을 조사한 결과는 Table 2, 3과 같다. 각 지질중에서 공통적으로 linoleic acid 의 함량이 가장 많았으며 그 다음으로는 중성지질에서는 oleic 과 palmitic acid 가, 당 및 인지질에서는 linoleic 과 palmitic acid 가 많았다. 그리고 저장에 따른 지방산 조성의 변화를 보면 NAP-N 과 SAP-N(결과생략)의 linoleic acid 가 모든 지질에서 감소하였으며 NAP-L(결과생략)과 SAP-L에서 linoleic acid 가 중성 및 당지질에서는 저장말기까지 감소하였으나 인지질에서는 다소 증가하는 경향이였다. 그리고, palmitic acid 는 전반적으로 모든 구의 중성지질에서 감소한 반면, 당 및 인지질에서는 증가하였으며, NAP-L 과 SAP-L 에 비해 NAP-N 과 SAP-N 에서 그 증가폭이 컸다. 각 지질의 포화지방산에 대한 불포화지방산의 함량비 (UFA/SFA)는 중성지질에서 저장 17일까지 감소하였으나 그 이후는 증가하였으며 당 및 인지질은 저장

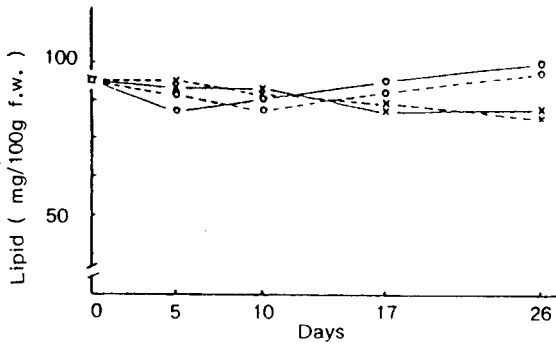


Fig. 1. Changes in total lipid contents in tomato fruits during storage

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

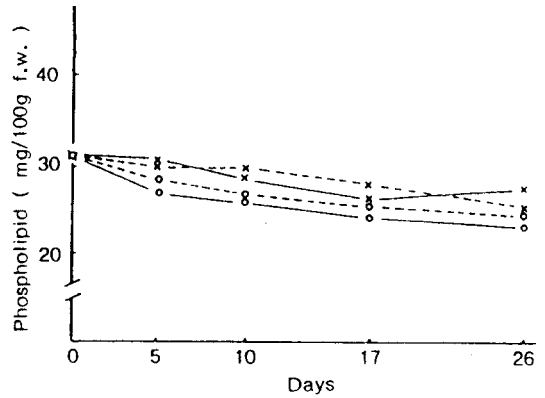


Fig. 4. Changes in phospholipid contents in tomato fruits during storage

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

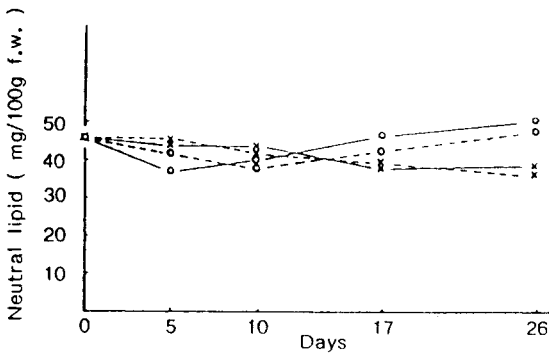


Fig. 2. Changes in neutral lipid contents in tomato fruits during storage

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

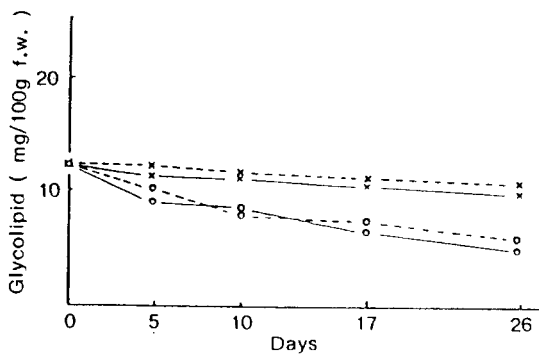


Fig. 3. Changes in glycolipid contents in tomato fruits during storage

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

향기성분과 구성 지방산과의 상관관계

과채흡착법에 의한 NAP-N과 SAP-L의 향기성분과 구성지방산간의 상관관계를 조사한 결과, Table 4-9와 같이 향기성분들은 NAP-N에서 대체로 중성지질의 oleic 및 palmitic acid와 정의 상관이 있는 반면 linoleic, linolenic acid와는 부의 상관을 나타내었다. SAP-L에서는 palmitic acid와 정의 상관이 있는 반면, linoleic acid와는 부의 상관을 나타내었다. 한편, NAP-N의 당 및 인지질에서 공히 palmitic acid와 부의 상관이 있는 반면 SAP-L에서는 stearic acid와 정의 상관이 있었고 palmitic acid와는 부의 상관을 나타내었다.

향기성분중 NAP-N의 중성지질에서 n-butanol은 palmitic, oleic acid와 높은 정의상관이 있는 반면 n-pentanol과 eugenol은 각각 linoleic acid와 부의 상관을 나타내었다. SAP-L에서는 ethyl formate는 stearic, oleic 및 linoleic acid와 높은 정의 상관이 있는 반면, n-heptanol은 linolenic acid와 높은 부의 상관을 나타내었다. 한편 NAP-N의 당 및 인지질의 지방산들은 향기성분들과 대체로 부의 상관을 나타내었으며 그 중 ethyl caproate는 palmitic acid와 높은 부의 상관을 나타내었다. 그리고, SAP-L에서 당지질은 NAP-N과 달리 정의 상관관계를 나타낸 성분이 있었으며 그 중 3-pentanone 및 ethyl formate는 C<sub>18</sub> 지방산들과 높은 정의 상관이 있는 반면, 인지질에서는 ethyl formate는 linoleic acid와 높은 부의 상관을 나타내었다.

Table 2. Changes in fatty acids composition in tomato fruits during the normal atmospheric pressure storage at 25°C

Fatty acids	Neutrallipid					Glycolipid					Phospholipid				
	0	5	10	17	26 <sup>(Days)</sup>	0	5	10	17	26 <sup>(Days)</sup>	0	5	10	17	26 <sup>(Days)</sup>
Unknown	0.28	-	0.03	-	-	-	0.07	-	-	0.26	-	tr	-	-	-
C <sub>10:0</sub>	-	-	-	-	-	0.09	tr	tr	tr	0.31	-	tr	-	-	-
C <sub>10:1</sub>	-	-	1.10	-	2.36	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
C <sub>12:0</sub>	-	-	-	-	-	2.20	2.90	tr	tr	tr	0.21	2.81	tr	tr	tr
C <sub>12:1</sub>	2.00	2.11	2.01	1.94	2.15	4.85	6.30	tr	tr	tr	3.86	7.26	-	tr	tr
C <sub>14:0</sub>	2.61	2.14	1.98	2.19	0.25	1.93	5.21	3.92	1.17	1.81	1.01	3.91	tr	1.43	5.83
C <sub>14:2</sub>	1.82	2.48	2.42	2.41	2.68	1.82	0.59	0.41	0.72	0.62	-	tr	-	-	-
C <sub>15:0</sub>	-	0.72	1.79	1.70	1.67	1.95	6.25	3.62	0.63	0.58	-	2.12	-	tr	3.11
C <sub>16:0</sub>	20.17	21.20	19.70	20.81	17.23	15.89	19.21	29.02	25.18	38.92	14.70	17.9	30.41	25.14	39.72
C <sub>16:1</sub>	0.60	1.72	3.12	4.28	2.01	1.01	3.21	5.02	6.12	4.01	1.32	tr	-	tr	tr
C <sub>18:0</sub>	5.26	6.21	7.23	4.26	5.36	6.28	8.07	6.21	6.48	7.22	6.31	8.69	5.21	4.41	19.01
C <sub>18:1</sub>	22.03	20.01	19.09	17.21	17.36	4.12	4.24	6.29	6.32	6.72	4.04	8.99	8.73	10.20	14.31
C <sub>18:2</sub>	40.43	36.42	34.28	37.82	39.36	38.71	29.63	27.21	30.21	27.02	36.45	27.12	35.01	31.12	9.11
C <sub>18:3</sub>	3.45	3.33	3.27	3.42	5.85	19.42	12.43	14.82	18.21	10.21	22.69	12.04	15.02	22.60	4.52
Others	1.35	3.66	3.98	0.70	3.72	1.73	1.89	3.48	4.96	2.89	9.41	9.16	5.62	5.10	4.39
C <sub>18</sub> /C <sub>16</sub> *	3.43	2.88	2.80	2.50	3.53	4.06	2.43	1.60	1.96	1.19	4.34	3.18	2.10	2.72	1.18
UFA/SFA**	2.51	2.18	2.13	2.32	2.93	2.47	1.35	1.26	1.84	1.00	3.08	1.56	1.65	2.06	0.41

\* C<sub>18</sub>/C<sub>16</sub> : ratio of C<sub>18</sub> fatty acids to C<sub>16</sub> fatty acids

\*\* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acids to saturated fatty acids

Table 3. Changes in fatty acids composition in tomato fruits during the sub-atmospheric pressure (380 mmHg) storage at 15°C

Fatty acids	Neutrallipid					Glycolipid					Phospholipid				
	0	5	10	17	26 <sup>(Days)</sup>	0	5	10	17	26 <sup>(Days)</sup>	0	5	10	17	26 <sup>(Days)</sup>
Unknown	0.28	0.32	0.41	0.53	0.78	-	0.29	0.23	0.34	0.41	-	0.23	tr	tr	tr
C <sub>10:0</sub>	-	0.41	tr	tr	tr	0.09	0.10	0.08	0.14	0.21	-	0.10	tr	tr	tr
C <sub>10:1</sub>	-	0.21	1.02	1.65	0.31	-	0.11	0.19	0.09	2.28	-	tr	tr	tr	tr
C <sub>12:0</sub>	-	1.12	1.01	3.22	2.11	2.20	1.24	1.06	1.66	0.80	0.21	0.56	0.71	0.86	0.45
C <sub>12:1</sub>	2.00	0.93	3.15	3.93	3.37	4.85	3.24	2.28	4.67	5.21	3.86	4.35	3.14	0.94	7.46
C <sub>14:0</sub>	2.61	2.53	2.36	2.87	1.68	1.93	2.14	2.66	1.40	1.03	1.01	1.04	1.13	1.23	1.09
C <sub>14:2</sub>	1.82	0.96	1.26	2.45	2.91	1.82	2.01	0.95	1.61	1.61	-	0.78	1.11	1.14	1.01
C <sub>15:0</sub>	-	2.56	2.31	5.16	2.50	1.95	2.16	1.12	1.04	1.82	-	0.78	1.72	1.94	1.38
C <sub>16:0</sub>	20.17	18.04	17.25	20.74	16.76	15.89	16.79	21.30	16.32	21.11	14.70	19.18	20.14	22.92	22.94
C <sub>16:1</sub>	0.60	1.12	1.31	1.64	0.92	1.01	1.34	1.01	1.91	2.39	1.32	1.43	1.51	1.06	1.14
C <sub>18:0</sub>	5.26	4.48	4.99	4.63	3.70	6.28	5.97	5.40	5.34	4.61	6.31	5.34	4.01	3.31	2.47
C <sub>18:1</sub>	22.03	20.60	19.19	14.76	19.14	4.12	5.75	6.59	5.96	6.22	4.04	3.57	3.21	4.51	5.19
C <sub>18:2</sub>	40.43	40.88	36.87	31.05	35.81	38.71	34.14	28.21	37.25	40.27	36.45	35.35	40.25	44.58	40.91
C <sub>18:3</sub>	3.45	3.61	5.68	5.74	5.16	19.42	16.48	14.70	11.30	9.28	22.69	17.81	13.21	13.98	9.77
Others	1.35	1.87	3.19	1.63	1.85	1.73	8.24	14.22	10.97	2.75	9.41	9.48	9.86	3.53	6.12
C <sub>18</sub> /C <sub>16</sub> *	3.43	3.65	3.60	2.51	3.60	4.06	3.44	2.46	3.28	2.57	4.34	3.01	2.80	2.77	2.43
UFA/SFA**	2.51	2.34	2.45	1.67	2.53	2.47	2.22	1.71	2.42	2.27	3.08	2.34	2.25	2.19	2.31

\* C<sub>18</sub>/C<sub>16</sub> : ratio of C<sub>18</sub> fatty acids to C<sub>16</sub> fatty acids

\*\* UFA/SFA : ratio of unsaturated fatty acids to saturated fatty acids

Table 4. Correlation coefficients between the volatiles and fatty acids of neutral lipid in tomato fruits during the normal atmospheric pressure storage at 25°C

Volatiles	Fatty acids									
	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Methyl formate	.087	.586	-.952	.506	-.784	.141	.917	.239	-.448	-.241
Ethyl formate	.014	.585	-.333	.684	-.176	.664	.530	-.631	-.722	-.821
Methyl acetate	-.110	.775	-.753	.764	-.478	.334	.827	-.170	-.750	-.639
Ethyl acetate	-.310	-.228	.932	-.053	.973	-.035	-.848	-.559	.017	-.229
Ethanol	-.388	-.010	.833	.189	.966	.084	-.706	-.714	-.229	-.481
3-Pentanone	.014	-.674	.936	-.615	.695	-.092	-.894	-.200	.542	.331
n-Propanol	-.250	.843	-.808	.731	-.513	.286	.908	-.074	-.775	-.595
2-Hexanone	-.056	-.306	.918	-.033	.889	.137	-.836	-.690	.045	-.287
n-Butanol	-.137	.710	-.892	.503	-.712	.290	.992	.113	-.590	-.362
trans-2-Hexenal	-.629	.203	.708	.318	.955	-.010	-.570	-.633	-.393	-.551
Isoamyl alcohol	-.970	.835	-.113	.741	.420	-.271	.177	-.143	-.805	-.627
n-Pentanol	-.264	.533	.144	.750	.418	.454	.032	-.840	-.754	-.943
Isobutyl alcohol	-.030	.623	-.987	.472	-.793	.040	.947	.357	-.442	-.173
2-Methyl-1-butanol	.208	.184	.171	.488	.227	.585	-.040	-.812	-.430	-.716
Cyclohexanone	-.104	.704	-.917	.525	-.727	.249	.986	.142	-.577	-.349
2-Héptanone	-.367	.736	-.146	.766	.126	.602	.418	-.747	-.894	-.970
n-Hexanol	-.073	.705	-.911	.561	-.714	.259	.970	.108	-.591	-.382
n-Heptanol	.365	.110	.053	.448	.081	.495	-.004	-.657	-.316	-.582
Decanal	-.116	-.400	.979	-.195	.914	.022	-.907	-.553	.176	-.116
Acetic acid	-.447	.873	-.828	.643	-.501	.112	.921	.119	-.738	-.460
Furfural	.194	-.715	.907	-.476	.714	-.211	-.992	-.195	.568	.305
Ethyl caproate	-.387	.893	-.817	.730	-.477	.176	.909	.014	-.793	-.560
Benzaldehyde	-.314	.849	-.911	.772	-.287	.489	.777	-.390	-.879	-.801
Linalool	.032	-.658	.926	-.493	.764	-.259	-.983	-.157	.531	.314
trans,trans-2,4-Decadienal	-.475	.857	-.522	.967	.003	-.202	.436	-.074	-.814	-.670
n-Octanol	-.146	-.545	.904	-.437	.809	-.325	-.944	-.123	.441	.275
Guaiacol	.135	.491	-.984	.380	-.856	.030	.904	.408	-.309	-.064
Benzyl alcohol	-.285	.688	-.917	.401	-.701	.012	.951	.384	-.485	-.156
Phenylacetaldehyde	-.129	.707	-.912	.508	-.725	.249	.991	.150	-.576	-.340
Naphthalene	-.136	.765	-.747	.662	-.533	.458	.899	-.193	-.739	-.618
β-Ionone	-.139	.705	-.929	.500	-.734	.201	.991	.199	-.560	-.307
Eugenol	-.386	.878	-.456	.889	-.092	.400	.625	-.476	-.940	-.899

\* Volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits

고 찰

과실의 지질함량은 대체로 적으나 경도, 향기, 색, 맛 등 과실의 품질 및 저장생리에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.<sup>(12,13)</sup> 저장중 이들 지질의 동향은 과실이 착색되기 시작하는 시기에 중성지질이 현저하게 변화하였으므로 중성지질은 속도 및 climacteric rise 와 깊은 관련이 있는 것으로 여겨진다. 각 지질의 지방산 조성에서 linoleic, oleic, palmitic 및 linolenic acid 의 순으로 함량이 많았으며 이는 다른 과실에 비해 불포화지방산이 많은 것이 특징이다. 그리고 저장중 이들의 변화는 저장온도 및 압력에 큰 영향을 받으며 이는 다른 과실의 연구에서도 보고되었다. 또한 포화지방산에 대한 불포화지방산의 함량비에 대해서는 일반적으로 mitochondria 를 구성하는 지방산의 불포화도가 높고 불포화지방산이 많으면 mitochondria 생체막의 유연성, 유동성 및 막투과성이 증가되는 것으로 보고되고 있는데 본 연구결과와 비

교해 볼 때 특히, SAP-L 에서 불포화도가 높은 것은 호흡의 활성으로 인한 생리화학적 변화가 저온 및 감압에 의해 억제된 결과로 생각된다.

지질이 세포막의 주요한 구성성분으로서, 향기성분으로 알려진 지방족 aldehyde, ketone, lactone, alcohol 및 ester group 등의 전구물질이라고 보고된<sup>(1)</sup> 이래 식물체에서 linoleic acid 와 linolenic acid 가 hexenal 등의 전구물질로 기여함이 Lumen 등<sup>(13)</sup>, Mattew<sup>(14)</sup>, Hatanaka<sup>(15)</sup> 등에 의해 보고되었다. 또한 청과물중 지질은 성숙중이나 수확 후의 저장중 효소등에 의하여 향기를 생성하며, 그 중 불포화지방산인 linoleic acid 와 linolenic acid 가 lipoxigenase 에 의해서 수산화물로 된 후 다른 효소의 전이등에 의해서 향기물질이 생성되는 것으로 알려져 있다. 향기성분과 지질구성지방산간의 상관관계를 분석한 결과에서 볼 때 NAP-N 에서 저장초기에 호흡의 급격한 변화로 지질 및 향기물질의 생성, 대사기작에 어떤 변화가 초래되고, 저장후기에는 막

Table 5. Correlation coefficients between the volatiles and fatty acids of glycolipid in tomato fruits during the normal atmospheric pressure storage at 25°C

Volatiles	Fatty acids	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Methyl formate		.966	.474	.584	-.838	-.852	.277	-.992	.716	.264	.540
Ethyl formate		.636	.960	.963	-.597	-.191	.329	-.610	.029	-.001	-.013
Methyl acetate		.886	.721	.790	-.896	-.565	.230	-.918	.523	.316	.443
Ethyl acetate		-.807	-.154	-.265	.546	.993	-.216	.826	-.732	-.111	-.476
Ethanol		-.639	.072	-.035	.339	.963	-.169	.653	-.682	-.033	-.414
3-Pentanone		-.965	-.482	-.593	.899	.784	-.257	.999	-.726	-.341	-.587
n-Propanol		.829	.586	.651	-.932	-.632	.015	-.914	.669	.486	.603
2-Hexanone		-.649	.102	-.001	.558	.962	.085	.737	-.882	-.365	-.685
n-Butanol		.811	.454	.521	-.845	-.813	-.058	-.909	.762	.448	.632
trans-2-Hexenal		-.611	-.017	-.116	.161	.891	-.381	.560	-.459	.245	-.153
Isoamyl alcohol		-.010	-.075	-.077	-.601	.206	-.590	-.168	.431	.901	.686
n-Pentanol		.211	.775	.737	-.375	.383	.202	-.184	-.289	.055	-.155
Isobutyl alcohol		.906	.319	.430	-.855	-.889	.113	-.972	.836	.405	.678
2-Methyl-1-butanol		.291	.891	.862	-.152	.292	.569	-.165	-.503	-.386	-.488
Cyclohexanone		.857	.462	.540	-.864	-.825	.013	-.942	.767	.426	.630
2-Heptanone		.360	.805	.768	-.585	.051	-.043	-.410	.032	.278	.115
n-Hexanol		.891	.514	.597	-.875	-.806	.085	-.960	.732	.387	.593
n-Heptanol		.425	.874	.877	-.172	.163	.743	-.267	-.449	-.475	-.488
Decanal		-.816	-.130	-.242	.677	.979	-.086	.876	-.844	-.304	-.634
Acetic acid		.684	.300	.362	-.920	-.663	-.277	-.835	.842	.710	.810
Furfural		-.774	-.351	-.421	.845	.829	.137	.891	-.826	-.519	-.705
Ethyl caproate		.760	.444	.509	-.953	-.626	-.138	-.882	.765	.630	.729
Benzaldehyde		.669	.733	.752	-.832	-.392	-.040	-.750	.435	.425	.424
Linalool		-.883	-.479	-.562	.842	-.849	.076	-.952	-.746	-.364	-.589
trans,trans-2,4-Decadienal		.649	.378	.465	-.892	-.153	.147	-.696	.488	.566	.582
n-Octanol		-.930	-.568	-.654	.773	.855	-.250	.955	-.638	-.185	-.443
Guaiaacol		.938	.324	.445	-.778	-.920	.257	-.966	.775	.257	.576
Benzyl alcohol		.686	.116	.196	-.815	-.839	-.265	-.830	.931	.634	.829
Phenylacetaldehyde		.831	.435	.510	-.857	-.827	-.034	-.926	.781	.451	.648
Napthalene		.813	.702	.749	-.850	-.618	.069	-.877	.549	.348	.456
β-Ionone		.831	.391	.471	-.861	-.841	-.045	-.929	.812	.473	.679
Eugenol		.620	.745	.763	-.829	-.206	.025	-.684	.331	.428	.377

\* Volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits

Table 6. Correlation coefficients between the volatiles and fatty acids of phospholipid in tomato fruits during the normal atmospheric pressure storage at 25°C

Volatiles	Fatty acids	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Methyl formate		.897	-.092	-.076	-.855	.660	-.247	-.752	.414	.277	.592
Ethyl formate		.704	-.311	-.172	-.580	-.049	-.498	-.475	.534	.116	.265
Methyl acetate		.867	-.340	-.282	-.893	.417	-.545	-.779	.645	.391	.619
Ethyl acetate		-.694	-.152	-.151	.575	-.782	-.141	.572	-.089	-.045	-.408
Ethanol		-.514	-.288	-.264	.373	-.773	-.341	.407	.110	.069	-.274
3-Pentanone		-.901	.160	.156	.914	-.634	.352	.783	-.491	-.372	-.652
n-Propanol		.764	-.483	-.439	-.922	.590	-.617	-.903	.750	.528	.763
2-Hexanone		-.486	.035	.078	.578	-.938	-.023	.669	-.210	-.267	-.581
n-Butanol		.705	-.408	-.362	-.838	.758	-.442	-.912	.644	.438	.741
trans-2-Hexenal		-.532	-.509	-.512	.204	-.567	-.546	.183	.332	.334	-.012
Isoamyl alcohol		-.073	-.844	-.923	-.565	.261	-.934	-.605	.855	.953	.787
n-Pentanol		.335	-.405	-.309	-.348	-.445	-.641	-.186	.518	.217	.127
Isobutyl alcohol		.801	-.179	-.187	-.869	.792	-.287	-.825	.470	.393	.699
2-Methyl-1-butanol		.460	.014	.147	-.144	-.607	-.231	.092	.131	-.228	-.240
Cyclohexanone		.758	-.351	-.313	-.863	.745	-.418	-.893	.611	.423	.728
2-Heptanone		.406	-.651	-.529	-.545	-.057	-.775	-.551	.771	.391	.425
n-Hexanol		.807	-.317	-.276	-.876	.695	-.415	-.869	.595	.397	.699
n-Heptanol		.596	.207	.322	-.179	-.564	-.083	.133	-.006	-.321	-.289
Decanal		-.685	.021	.039	.699	-.864	.044	.713	-.266	-.244	-.582
Acetic acid		.559	-.622	-.619	-.904	.789	-.666	-.993	.822	.706	.917
Furfural		-.649	.435	.407	.838	-.825	.448	.934	-.654	-.494	-.789
Ethyl caproate		.667	-.577	-.559	-.940	.685	-.681	-.963	.816	.656	.866
Benzaldehyde		.643	-.613	-.521	-.806	.362	-.728	-.826	.823	.495	.669

Volatiles	Fatty acids									
	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Linalool	-.790	.284	.243	.845	-.729	.357	.858	-.554	-.361	-.680
trans,trans-2,4-Decadienal	.652	-.384	-.446	-.894	.234	-.728	-.621	.664	.683	.683
n-Octanol	-.865	.126	.068	.783	-.628	.226	.746	-.419	-.192	-.533
Guaiacol	.848	-.004	-.011	-.802	.739	-.128	-.713	.312	.243	.570
Benzyl alcohol	.527	-.441	-.458	-.811	.931	-.422	-.934	.628	.582	.850
Phenylacetaldehyde	.725	-.380	-.343	-.853	.768	-.428	-.907	.627	.441	.745
Naphthalene	.766	-.447	-.362	-.836	.505	-.553	-.844	.700	.392	.650
β-Ionone	.718	-.370	-.344	-.860	.796	-.419	-.911	.617	.458	.760
Eugenol	.629	-.605	-.533	-.804	.198	-.799	-.737	.824	.535	.630

\* Volatile components obtained by headspace volatined collection of homogenated tomato fruits

Table 7. Correlation coefficients between the volatiles and fatty acids of neutral lipid in tomato fruits during the sub-atmospheric pressure (380mmHg) storage at 15°C

Volatiles	Fatty acids									
	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Methyl formate	-.399	.269	-.780	.491	-.752	.610	.633	.542	-.706	.339
Ethyl formate	-.467	.362	-.775	.503	-.699	.702	.648	.588	-.726	.320
Methyl acetate	-.310	.217	-.763	.491	-.757	.562	.591	.473	-.648	.330
Ethyl acetate	.866	-.370	.647	-.068	.430	-.653	-.750	-.867	.765	-.422
Ethanol	-.178	.096	-.724	.457	-.770	.435	.526	.368	-.559	.329
3-Pentanone	.371	-.444	-.345	.103	-.565	-.223	.124	-.131	-.025	.256
n-Propanol	-.299	.231	-.757	.501	-.745	.578	.581	.463	-.636	.320
2-Hexanone	-.156	.068	-.716	.445	-.774	.403	.515	.350	-.545	.330
n-Butanol	-.352	.262	-.780	.489	-.741	.626	.616	.513	-.664	.339
trans-2-Hexenal	-.106	.161	-.656	.533	-.699	.462	.438	.281	-.500	.235
Isoamyl alcohol	-.203	.168	-.720	.499	-.744	.500	.523	.380	-.573	.299
n-Pentanol	-.229	.210	-.718	.523	-.730	.534	.526	.394	-.591	.282
Isobutyl alcohol	-.368	.255	-.779	.488	-.752	.606	.622	.521	-.682	.340
2-Methyl-1-butanol	-.247	.118	-.777	.431	-.790	.495	.590	.444	-.602	.377
Cyclohexanone	-.361	.267	-.779	.490	-.741	.627	.619	.518	-.671	.338
2-Heptanone	-.234	.172	-.738	.490	-.755	.512	.548	.410	-.596	.316
n-Hexanol	-.339	.241	-.775	.488	-.751	.598	.610	.500	-.662	.339
n-Heptanol	-.393	.061	-.764	.393	-.851	.338	.643	.529	-.744	.394
Decanal	.769	-.524	.314	-.073	.050	-.631	-.468	-.662	.538	-.153
Acetic acid	-.267	.208	-.748	.499	-.747	.554	.564	.437	-.615	.316
Furfural	-.180	-.019	-.760	.359	-.826	.350	.569	.396	-.561	.412
Ethyl caproate	-.311	.273	-.749	.522	-.722	.615	.575	.466	-.638	.299
Benzaldehyde	-.291	.232	-.755	.502	-.741	.582	.577	.457	-.628	.318
Linalool	.109	-.180	-.545	.328	-.709	.081	.323	.105	-.321	.279
trans,trans-2,4-Decadienal	-.225	.152	-.734	.482	-.762	.487	.544	.402	-.593	.319
n-Octanol	.735	-.520	.303	-.053	.022	-.645	-.450	-.640	.491	-.154
Guaiacol	-.277	.154	-.765	.461	-.781	.505	.587	.454	-.630	.352
Benzyl alcohol	-.322	.258	-.764	.503	-.735	.613	.592	.483	-.645	.321
Phenylacetaldehyde	-.358	.267	-.779	.491	-.740	.628	.617	.515	-.668	.337
Naphthalene	-.370	.302	-.763	.516	-.721	.644	.605	.513	-.676	.310
β-Ionone	-.367	.251	-.786	.480	-.753	.611	.627	.525	-.678	.349
Eugenol	-.220	.141	-.742	.471	-.766	.488	.550	.405	-.587	.331

\* Volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits

Table 8. Correlation coefficients between the volatiles and fatty acids of glycolipid in tomato fruits during the sub-atmospheric pressure (380mmHg) storage at 15°C

Volatiles	Fatty acids									
	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Methyl formate	.332	.114	.432	-.537	-.510	.712	-.962	.340	.762	.476
Ethyl formate	.201	.247	.410	-.569	-.626	.801	-.947	.215	.846	.401
Methyl acetate	.411	.031	.395	-.498	-.433	.633	-.951	.405	.687	.505
Ethyl acetate	.500	-.759	-.501	.378	.876	-.884	.507	.397	-.945	.138
Ethanol	.546	-.128	.366	-.418	-.273	.479	-.912	.526	.540	.556
3-Pentanone	.834	-.666	.141	.085	.425	-.295	-.410	.770	-.216	.506
n-Propanol	.401	.042	.376	-.499	-.444	.637	-.948	.391	.690	.497
2-Hexanone	.572	-.162	.366	-.401	-.238	.446	-.901	.551	.508	.567
n-Butanol	.327	.121	.385	-.506	-.514	.689	-.947	.324	.747	.450

Volatiles	Fatty acids									
	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
trans-2-Hexenal	.568	-.151	.283	-.454	-.257	.470	-.906	.532	.510	.583
Isoamyl alcohol	.501	-.071	.346	-.462	-.335	.539	-.929	.480	.591	.545
n-Pentanol	.474	-.039	.346	-.494	-.370	.578	-.941	.455	.624	.543
Isobutyl alcohol	.344	.102	.411	-.518	-.498	.690	-.955	.346	.744	.471
2-Methyl-1-butanol	.460	-.030	.388	-.415	-.365	.544	-.920	.447	.617	.495
Cyclohexanone	.325	.124	.391	-.512	-.517	.696	-.949	.323	.752	.452
2-Heptanone	.478	-.046	.366	-.466	-.359	.561	-.935	.462	.616	.533
n-Hexanol	.362	.083	.395	-.503	-.480	.667	-.950	.359	.724	.474
n-Heptanol	.546	-.144	.592	-.492	-.254	.548	-.951	.578	.595	.625
Decanal	.718	-.854	-.263	.355	.853	-.807	.225	.626	-.808	.299
Acetic acid	.433	.007	.336	-.484	-.410	.605	-.942	.419	.659	.510
Furfural	.568	-.167	.417	-.336	-.218	.410	-.880	.555	.494	.535
Ethyl caproate	.368	.079	.359	-.520	-.480	.668	-.950	.358	.717	.483
Benzaldehyde	.399	.045	.366	-.495	-.446	.634	-.945	.387	.688	.492
Linalool	.789	-.479	.287	-.212	.126	.089	-.721	.747	.149	.624
trans,trans-2,4-Decadienal	.501	-.072	.374	-.459	-.333	.542	-.933	.485	.597	.546
n-Octanol	.755	-.883	-.214	.314	.867	-.786	.187	.671	-.794	.351
Guaiaacol	.461	-.028	.406	-.461	-.373	.576	-.940	.454	.637	.523
Benzyl alcohol	.358	.089	.370	-.507	-.487	.669	-.947	.350	.723	.470
Phenylacetaldehyde	.324	.124	.387	-.510	-.517	.694	-.948	.322	.751	.450
Naphthalene	.315	.134	.384	-.541	-.530	.717	-.955	.314	.765	.460
β-Ionone	.335	.112	.407	-.508	-.506	.689	-.951	.336	.747	.458
Eugenol	.494	-.066	.370	-.444	-.337	.536	-.927	.479	.596	.533

\* Volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits

Table 9. Correlation coefficients between the volatiles and fatty acids of phospholipid in tomato fruits during the sub-atmospheric pressure (380mmHg) storage at 15°C

Volatiles	Fatty acids									
	C <sub>12:1</sub>	C <sub>14:0</sub>	C <sub>15:0</sub>	C <sub>16:0</sub>	C <sub>16:1</sub>	C <sub>18:0</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub>	UFA/SFA
Methyl formate	-.013	-.634	-.873	-.900	.124	.784	-.084	-.533	.857	.993
Ethyl formate	-.100	-.635	-.872	-.946	.235	.859	-.226	-.584	.913	.974
Methyl acetate	.018	-.594	-.837	-.851	.040	.709	.009	-.458	.799	.989
Ethyl acetate	.104	.706	.712	.850	-.807	-.926	.782	.882	-.804	-.545
Ethanol	-.107	-.539	-.776	-.745	-.103	.567	.182	-.344	.678	.959
3-Pentanone	.452	-.165	-.264	-.073	-.570	-.186	.757	.186	-.044	.490
n-Propanol	-.001	-.580	-.828	-.852	.044	.710	-.002	-.447	.801	.987
2-Hexanone	-.130	-.531	-.764	-.721	-.130	.537	.217	-.325	.652	.950
n-Butanol	-.025	-.607	-.846	-.891	.120	.761	-.083	-.497	.836	.990
trans-2-Hexenal	.023	-.450	-.721	-.710	-.163	.538	.200	-.261	.669	.936
Isoamyl alcohol	.041	-.531	-.783	-.779	-.066	.616	.118	-.360	.726	.968
n-Pentanol	.005	-.532	-.793	-.801	-.043	.649	.080	-.378	.757	.973
Isobutyl alcohol	-.009	-.620	-.859	-.890	.109	.763	-.067	-.509	.840	.993
2-Methyl-1-butanol	.096	-.591	-.813	-.807	.000	.636	.084	-.417	.727	.981
Cyclohexanone	-.026	-.611	-.850	-.894	.124	.767	-.087	-.504	.841	.991
2-Heptanone	.045	-.554	-.802	-.799	-.036	.640	.092	-.391	.743	.976
n-Hexanol	-.003	-.606	-.846	-.876	.089	.742	-.045	-.485	.822	.991
n-Heptanol	.223	-.693	-.897	-.783	-.053	.651	.174	-.525	.741	.968
Decanal	.337	.414	.405	.611	-.821	-.779	.911	.699	-.641	-.210
Acetic acid	.014	-.566	-.814	-.830	.010	.680	.036	-.419	.776	.983
Furfural	.221	-.585	-.782	-.717	-.101	.520	.231	-.363	.620	.949
Ethyl caproate	-.043	-.570	-.825	-.866	.067	.734	-.043	-.453	.823	.985
Benzaldehyde	-.006	-.574	-.823	-.850	.044	.707	-.004	-.440	.797	.986
Linalool	.301	-.364	-.558	-.417	-.414	.190	.550	-.069	.338	.772
trans,trans-2,4-Decadienal	.064	-.554	-.800	-.786	-.056	.623	.119	-.383	.729	.973
n-Octanol	.354	.384	.366	.594	-.841	-.756	.935	.671	-.612	-.184
Guaiaacol	.074	-.595	-.829	-.819	.003	.662	-.074	.434	.756	.985
Benzyl alcohol	-.027	-.586	-.833	-.873	.085	.739	-.051	-.468	.822	.988
Phenylacetaldehyde	-.028	-.609	-.848	-.894	.123	.766	-.088	-.501	.840	.990
Naphthalene	-.058	-.599	-.848	-.898	.125	.782	-.104	-.054	.858	.987
β-Ionone	-.007	-.622	-.857	-.893	.119	.764	-.076	-.511	.838	.993
Eugenol	.071	-.557	-.797	-.786	-.048	.619	.116	-.383	.723	.973

\* Volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits



의 물리적 투과성, 유연성이 변화하여 서로 상이한 결과가 초래된 것으로 생각된다. 특히 이러한 현상은 생체막의 주성분인 당 및 인지질에서 지방산 조성의 변화가 더욱 유동적이어서 정역의 상관성이 나타나지 않는 것으로 생각된다.

## 요 약

토마토 과실의 전지질은 97.6mg%이었고 그 중 중성지질이 45.1mg%, 인지질이 31.2mg%, 당지질이 12.4mg%의 순으로 함량이 높았다. 저장중 중성지질의 함량은 climacteric rise 시기부터 서서히 증가하였으나 당 및 인지질은 저장말기까지 감소하였으며 각 지질의 지방산 조성에서 포화지방산으로는 palmitic 및 stearic acid의 함량이 많았고 불포화지방산으로는 linoleic, linolenic acid 및 oleic acid가 많았다. 25°C에서의 모든 지질과 15°C에서의 중성지질중 linoleic acid 함량은 저장중 감소하였으나 15°C에서의 인지질중 linoleic acid 함량은 증가하는 경향이였다. Palmitic acid는 중성지질에서는 감소하였으나 당 및 인지질에서는 저장전반에 걸쳐 증가하였다. 파쇄흡착법에 의한 향기성분과 NAP-N의 중성지질중 linoleic acid와는 부의 상관성이 있는 반면 palmitic acid와는 정역의 상관성을 나타내었다. SAP-L의 중성지질에서는 NAP-N과 같은 경향이였으나 당지질에서는 linoleic acid와 정역의 상관성을, oleic acid와는 부의 상관성을 나타내었으며 인지질에서는 stearic acid와는 정역의 상관성을, palmitic acid와는 부의 상관성을 나타내었다.

## 사 의

본 연구는 문교부 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

## 문 헌

1. Forss, D.A.: *J. Agric. Food Chem.*, **17**, (4), 681(1969)
2. Yu, M.H., Olson, L.E. and Salunkhe, D.K.: *Phytochem.*, **6**, 1457(1967)
3. Paillard, N.M.M.: *Phytochem.*, **18**, 1165(1979)
4. Jadhav, S., Singh, B. and Salunkhe, D.K.: *Plant Cell Physiol.*, **13**, 449(1972)
5. Galliard, T. and Matthew, J.A.: *Phytochem.*, **16**, 339(1977)
6. Wong, F.F. and Carson, J.F.: *J. Agric. Food Chem.*, **14**(3), 247(1966)
7. Shim, K.H., Sohn, T.H., Kim, M.C. and Choi, S.W.: *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **27**(2), 86(1984)
8. Folch, J. and Lees, M.: *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
9. Rouser, G. and Kritchevsky, G.: *Lipid*, **2**, 37(1967)
10. 油脂および油脂製品試験法會 : 油化學, **19**, 337(1970)
11. Supran, M.K.: *Lipids as a source of flavor*, Amer. Chem. Soc., Washington D.C. pl(1973)
12. Kalra, S.K.: *Phytochem.*, **12**, 487(1973)
13. Lumen, B.O., Stone, E.J. and Forsythe, R.H.: *J. Food Sci.*, **43**, 698(1978)
14. Matrtews, R.F.: *Research*, **14**, 1693(1961)
15. Hatanaka, A., Kajiwara, T., Sekiya, and Inouye, S.: *Phytochem.*, **21**, 13(1982)

(1987년 9월 1일 접수)