

## 감압저장 중 토마토파실의 향기성분의 변화

孫泰華 · 千成浩 · 崔相源 · 文廣德  
경북대학교 농과대학 식품공학과

### Changes of Flavor Component in Tomato Fruits during Subatmospheric Pressure Storage

Tae-Hwa Sohn, Sung-Ho Cheon, Sang-Won Choi, Kwang-Deok Moon

Department of Food Science and Technology, College of Agriculture,  
Kyungpook National University, Taegu, Korea

#### Abstract

The kinds of volatiles in tomato fruits during storage were increased with the period of climacteric rise. The increasing and decreasing rate of their contents were slower under subatmospheric pressure-low temperature (SAP-L) than under normal atmospheric pressure-normal temperature (NAP-N). High contents of 2-hexanone, n-pentanol, and ethanol were decreased at the early period of storage and then increased. The content of n-octanol and furfural were increased, while that of n-butanol, cyclohexanone, and phenylacetaldehyde was decreased during storage. On the other hand, the content of trans, trans-2, 4-decadienol, benzyl alcohol, and 2-heptanone was not changed during storage.

#### 서 론

저장 중 토마토 과실은 여러 생리화학적 변화가 일어나게 되며 이와 함께 향기의 함량에도 변화가 있을 것으로 예상하여 본 연구에서는 감압저장 중 전보에서 동정된 향기성분들의 변화를 조사하였기에 이를 보고하고자 한다.

#### 재료 및 방법

##### 재 료

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

##### 실험구분 및 장치

실험구분은 Table 1과 같이 하였고 감압장치는

1988년 7월 6일 수리

Corresponding author: T.H. Sohn

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

NAP-N : normal atmospheric pressure-normal temperature

NAP-L : normal atmospheric pressure-low temperature

SAP-N : subatmospheric pressure-normal temperature

SAP-L : subatmospheric pressure-low temperature

심등의 감압조절 장치를 사용하여 온도, 압력을 조절하였고 저장 중 발생하는 CO<sub>2</sub>를 제거하였다.

##### 호 흡 량

호흡량은 Biele<sup>2)</sup>의 통기식측정법에 따라 발생하는 CO<sub>2</sub>를 KOH에 흡수시켜 BaCl<sub>2</sub>로 처리한 후 0.1

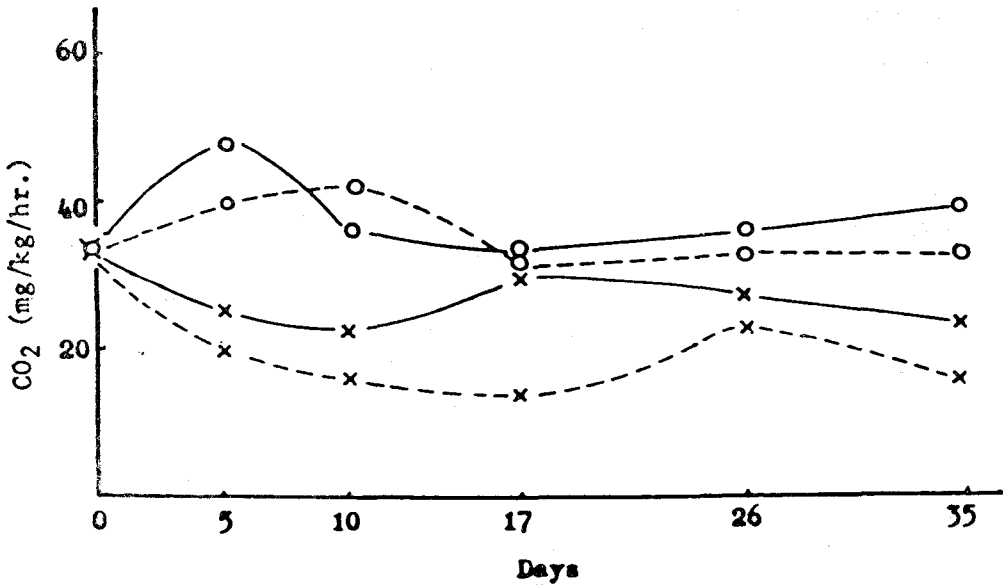


Fig. 1. Changes of CO<sub>2</sub> production rate in tomato fruits during storage.

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

N-HCl로 적정하여 mg/kg/hr 단위로 표시하였다.

향기성분의 분리, 동정 및 정량

향기성분의 추출과 분리, 동정 및 정량은 전보<sup>1)</sup>와 같은 방법으로 하였다.

결 과

호흡량의 변화

저장 중 토마토 과실의 생리적 지표가 되는 호흡량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. Climacteric peak의 발현시기는 SAP-L이 NAP-N보다 약 20일 지연되었다.

생체흡착법에 의한 향기성분의 변화

생체흡착법으로 조사한 향기성분 함량의 변화는 Table 2, 3, 4, 5에서 보는 바와 같이 모든구에서 호흡 Climacteric rise 시기와 더불어 향기성분의 종류가 증가하는 경향이였다.

저장초기에는 토마토 과실의 풋내음의 주성분인 2-hexanone과 alcohol류(n-butanol, n-propanol, n-pentanol 및 ethanol 등)의 함량이 많았으며 NAP-N과 SAP-N에서는 향기성분이 호흡 Climacteric rise 시기(저장 5~17일)에 증가하다가 그 이

후 감소하였으며, NAP-L과 SAP-L에서는 저장 전반에 걸쳐 증가하는 경향이였다. 그리고, NAP에서 보다 SAP에서 향기성분 함량의 증감 현상이 완만하였다.

한편, 향기성분 중 함량이 많은 2-hexanone, n-propanol, n-pentanol 및 ethanol 등은 저장초기에는 감소한 후 그 이후 증가하였으며 n-octanol과 furfural은 저장 전반에 걸쳐 증가한 반면 n-butanol, cyclohexanone 및 phenylacetaldehyde 등은 감소하는 경향이였고 trans, trans-2,4-decadienal, benzyl alcohol 및 2-heptanone 등은 거의 변화가 없었다.

파쇄흡착법에 의한 향기성분의 변화

파쇄흡착법으로 조사한 향기성분 함량의 변화는 Table 6, 7, 8, 9에서 보는 바와 같이 생체흡착법과 유사하게 호흡 climacteric rise 현상과 더불어 그 종류가 모든구에서 증가하는 경향이였다.

저장초기에는 토마토 과실의 풋내음 주성분인 2-hexanone과 n-butanol, n-propanol, n-pentanol, furfural 및 ethanol 등의 함량이 많았으며 NAP-N과 SAP-N에서는 향기성분이 호흡 Climacteric rise 시기(저장 5~17일)에 증가하다가 그 이후 감소하였으며, NAP-L과 SAP-L에서는 호흡 Clima-

Table 2. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of whole tomato fruits (NAP-N)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl acetate	28	21	22	20	18
Ethyl acetate	17	82	86	358	270
Ethanol	425	284	461	519	580
3-Pentanone	42	29	122	131	193
n-Propanol	1492	869	1096	954	833
2-Hexanone	3707	2679	4472	4774	5754
n-Butanol	2385	1039	1138	414	219
trans-2-Hexenal	44	31	62	73	60
Isoamyl alcohol	182	101	166	201	190
n-Pentanol	633	602	906	867	705
2-Methyl-1-butanol	39	56	94	57	61
Cyclohexanone	126	56	50	19	9
2-Heptanone	26	18	24	24	28
n-Hexanol	183	97	94	61	60
Decanal	68	183	493	573	585
Acetic acid	94	48	68	67	64
Furfural	103	317	517	589	772
Ethyl caproate	72	36	45	38	24
Benzaldehyde	77	49	71	58	45
Linalool	40	32	75	92	118
trans, trans-2,4-Decadienal	23	15	20	23	25
n-Octanol	0	4	27	42	45
Guaiacol	57	42	45	47	66
Benzyl alcohol	58	27	34	22	14
Phenylacetaldehyde	117	51	47	17	9
kinds of the volatiles	65	68	70	74	81

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal standard=100

Table 3. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of whole tomato fruits (SAP-N)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl acetate	28	7	7	12	13
Ethyl acetate	17	32	15	257	186
Ethanol	425	110	185	357	397
3-Pentanone	42	11	49	96	131
n-Propanol	1492	342	443	686	560
2-Hexanone	3707	1060	1806	3438	3889

n-Butanol	2385	404	460	297	195
trans-2-Hexenal	44	12	25	55	43
Isoamyl alcohol	182	40	67	144	129
n-Pentanol	633	240	365	622	471
2-Methyl-1-butanol	39	22	37	42	43
Cyclohexanone	126	22	19	13	0
2-Heptanone	26	7	12	19	19
n-Hexanol	183	37	39	45	41
Decanal	68	71	184	410	395
Acetic acid	94	18	27	48	43
Furfural	103	124	280	426	521
Ethyl caproate	72	13	19	29	14
Benzaldehyde	77	19	28	42	32
Linalool	40	12	28	67	79
trans, trans-2, 4-Decadienal	23	5	7	18	17
n-Octanol	0	0	10	31	33
Guaiacol	75	16	18	34	43
Benyl alcohol	58	10	13	17	10
Phenylacetaldehyde	117	19	19	11	0
Kinds of the volatiles	65	67	68	70	73

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for interna standard=100

Table 4. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of whole tomato fruits (NAP-L)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl acetate	28	9	7	13	15
Ethyl acetate	17	40	101	228	220
Ethanol	425	134	162	316	98
3-Pentanone	42	14	40	86	155
n-Propanol	1492	411	386	611	663
2-Hexanone	3707	1296	1567	3066	4607
n-Butanol	2385	494	400	266	231
trans-2-Hexenal	44	15	21	49	50
Isoamyl alcohol	182	48	59	127	153
n-Pntanol	634	294	316	554	562
2-Methyl-1-butanol	39	27	31	37	51
Cyclohexanone	126	27	17	13	0
2-Heptanone	26	8	9	15	22
n-Hexanol	183	46	33	39	48
Decanal	68	87	174	367	468
Acetic acid	94	21	22	43	51
Furfural	103	152	182	380	619

Ethyl caproate	72	17	15	25	18
Benzaldehyde	77	23	24	36	39
Linalool	40	15	24	59	95
trans, trans-2,4-Decadienal	23	7	6	15	20
n-Octanol	0	0	8	27	38
Guaiacol	75	20	16	30	52
Benzyl alcohol	58	13	12	14	12
Phenylacetaldehyde	117	23	17	10	0
kinds of the volatiles	65	67	67	69	70

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal standard=100

Table 5. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of whole tomato fruits (SAP-L)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl acetate	28	3	0	3	5
Ethyl acetate	17	16	36	79	739
Ethanol	425	53	58	108	158
3-Pentanone	42	5	15	29	53
n-Propanol	1492	167	139	209	223
2-Hexanone	3707	518	561	1050	1548
n-Butanol	2385	197	142	90	78
trans-2-Hexenal	44	5	7	15	17
Isoamyl alcohol	182	19	20	42	51
n-Pentanol	633	117	113	190	189
2-Methyl-1-butanol	39	10	11	12	17
Cyclohexanone	126	10	6	3	0
2-Heptanone	26	3	2	6	8
n-Hexanol	189	18	3	14	16
Decanal	68	34	61	125	156
Acetic acid	94	8	7	15	16
Furfural	103	60	65	128	207
Ethyl caproate	72	6	5	8	0
Benzaldehyde	77	9	8	13	12
Linalool	40	6	7	20	32
trans, trans-2,4-Decadienal	23	2	0	5	7
n-Octanol	0	0	2	9	13
Guaiacol	75	7	5	10	17
Benzyl alcohol	58	5	3	4	4
Phenylacetaldehyde	117	9	5	3	0
kinds of the volatiles	65	56	59	61	63

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal stand=100

Table 6. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits (NAP-N)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl formate	21	19	3	0	0
Ethyl formate	34	76	55	18	0
Methyl acetate	176	194	143	120	87
Ethyl acetate	109	832	1839	2153	1295
Ethanol	2734	2916	3076	3112	2889
3-Pentanone	281	317	822	844	965
n-Propanol	9791	9243	7482	6129	4164
2-Hexanone	24579	28914	30694	30961	29229
n-Butanol	15989	11166	7918	2724	1484
trans-2-Hexenal	304	358	474	511	334
Isoamyl alcohol	1264	1157	1235	1352	1017
n-Pentanol	4490	7013	6632	6012	3811
Isobutyl alcohol	224	157	41	27	17
2-Methyl-1-butanol	295	695	561	435	360
Cyclohexanone	954	702	410	146	65
2-Heptanone	207	233	239	206	165
n-Hexanol	1432	1224	784	478	363
n-Heptanol	104	447	263	194	172
Decanal	553	2360	4128	4473	3589
Acetic acid	798	637	604	553	412
Furfural	3998	4528	4741	5094	5220
Ethyl caproate	684	552	448	373	162
Benzaldehyde	750	780	733	549	357
Linalool	415	545	751	916	929
trans, trans-2, 4-Decadienal	263	275	242	268	220
n-Octanol	52	84	324	492	435
Guaiacol	956	872	609	590	633
Benzyl alcohol	1402	629	478	322	157
Phenylacetaldehyde	1905	1315	829	277	117
Naphthalene	21	21	15	5	0
$\beta$ -Ionone	138	92	56	23	11
Eugenol	127	132	128	123	110
kinds of the volatiles	87	89	92	97	102

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal stand=100

cterick rise시기(저장 17일 이후)에 완만히 증가하는 경향이였다. 그리고, NAP에 비해 SAP에서 향기성분 함량의 증감현상이 완만하였다.

한편, 향기성분 중 함량이 많은 2-hexanone 과

n-pentanol 등은 저장 중 증가하다가 감소하였으며, n-butanol, n-dropanol, benzyl alcohol, phenylacetaldehyde, naphthalene 및  $\beta$ -ionone 등은 감소하였고 furfural은 증가하는 경향이였다. 그리고

Table 7. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits (SAP-N)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl formate	21	7	0	0	0
Ethyl formate	34	35	22	10	5
Methyl acetate	176	84	52	73	67
Ethyl acetate	109	353	649	1367	1035
Ethanol	2734	1256	1094	1991	2312
3-Pentanone	281	139	290	545	768
n-Propanol	9791	3992	2638	3914	3323
2-Hexanone	24579	12487	19838	23398	19791
n-Butanol	15989	4828	2784	1739	1188
trans-2-Hexenal	304	157	170	331	259
Isoamyl alcohol	1264	494	430	859	802
n-Pentanol	4490	3026	2338	3833	3045
Isobutyl alcohol	224	65	14	17	12
2-Methyl-1-butanol	295	298	258	279	292
Cyclohexanone	954	306	135	96	53
2-Heptanone	207	94	82	132	125
n-Hexanol	1432	538	274	304	283
n-Heptanol	104	189	93	125	146
Decanal	553	1020	1458	2864	2853
Acetic acid	798	272	211	348	327
Furfural	3998	1951	1724	3265	4173
Ethyl caproate	684	236	160	234	134
Benzaldehyde	750	336	259	352	289
Linalool	415	233	265	586	743
trans, trans-2, 4-Decadienal	263	128	84	166	184
n-Octanol	52	31	111	324	349
Guaiacol	956	372	214	377	505
Benzyl alcohol	1402	277	166	204	119
Phenylacetaldehyde	1905	560	299	173	89
Naphthalene	21	8	4	3	2
$\beta$ -Ionone	138	37	23	8	12
Eugenol	127	58	46	78	88
kinds of the volatiles	87	89	90	93	98

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal standard=100

theylm acetate와 2-methylbutanol은 거의 변화가 없었다.

다음, 생체흡착법에서 검출되지 않았던 저비점 휘발성물질(methyl formate, ethyl formate)과 고

비점 휘발성물질(naphthalene,  $\beta$ -ionone, eugenol) 및 isobutylalcohol, n-heptanol이 동정되었으며, 중·고비점 휘발성물질의 함량이 생체흡착법에 비해 많은 것으로 나타났다.

Table 8. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenatd tomato fruits (NAP-L)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl formate	21	7	0	0	0
Ethyl formate	34	32	23	12	0
Methyl acetate	176	82	65	73	90
Ethyl acetate	109	348	760	1404	1267
Ethanol	2734	1201	1274	2033	2830
3-Pentanone	281	135	340	546	939
n-Propanol	9791	3828	3084	4009	4081
2-Hexanone	24579	11967	12680	14291	19232
n-Butanol	15989	4617	3273	1780	1453
trans-2-Hexenal	304	140	199	329	327
Isoamyl alcohol	1264	473	510	880	997
n-Pentanol	4490	2892	2735	3913	3720
Isobutyl alcohol	224	65	17	19	17
2-Methyl-1-butanol	295	280	291	286	348
Cyclohexanone	954	297	164	98	64
2-Heptanone	207	90	102	123	156
n-Hexanol	1432	503	323	313	348
n-Heptanol	104	181	110	128	163
Decanal	553	975	1698	2923	3515
Acetic acid	798	265	251	356	406
Furfural	3998	1870	1954	3328	5111
Ethyl caproate	684	229	190	236	158
Benzaldehyde	750	321	309	360	351
Linalool	415	222	315	597	912
trans, trans-2, 4-Decadienal	263	110	105	179	216
n-Octanol	52	34	130	323	431
Guaiacol	956	365	244	384	616
Benzyl alcohol	1402	250	196	217	151
Phenylacetaldehyde	1905	545	348	177	114
Naphthalene	21	8	5	3	2
$\beta$ -Ionone	138	32	23	6	13
Eugenol	127	56	53	80	104
kinds of the volatiles	87	87	90	92	95

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal standard=100



Table 9. Relative amounts\* of major volatile components obtained by headspace volatiles collection of homogenated tomato fruits (SAP-L)

Volatiles	Days				
	0	5	10	17	26
Methyl formate	21	2	0	0	0
Ethyl formate	34	8	5	3	0
Methyl acetate	176	21	15	21	27
Ethyl acetate	109	91	208	409	437
Ethanol	2734	319	353	592	913
3-Pentanone	281	34	94	161	305
n-Propanol	9791	1012	855	1164	1316
2-Hexanone	24579	3168	3511	5891	9243
n-Butanol	15989	1223	905	516	468
trans-2-Hexenal	304	39	52	97	105
Isoamyl alcohol	1264	126	142	254	321
n-Pentanol	4490	767	757	1142	1205
Isobutyl alcohol	224	17	4	3	5
2-Methyl-1-butanol	295	76	81	83	113
Cyclohexanone	954	76	47	26	20
2-Heptanone	207	25	25	39	51
n-Hexanol	1432	134	90	90	114
n-Heptanol	104	48	29	38	54
Decanal	553	258	487	850	1134
Acetic acid	798	69	67	105	130
Furfural	3998	495	541	698	1650
Ethyl caproate	684	60	51	71	51
Benzaldehyde	750	85	82	103	112
Linalool	415	59	84	174	293
trans, trans-2, 4-Decadienal	263	30	28	49	69
n-Octanol	52	9	35	94	137
Guaiacol	956	95	69	110	199
Benzyl alcohol	1402	68	53	61	49
Phenylacetaldehyde	1905	144	95	51	37
Naphthalene	21	2	1	1	0
$\beta$ -Ionone	138	10	4	1	3
Eugenol	127	14	15	23	34
kinds of the volatiles	87	86	87	89	93

\*Peak area of 1,2-Dichloroethane used for internal standard=100

고 찰

대부분의 과실들은 수확후 일정한 환경조건에서

추숙시켜야 식용으로서의 좋은 향기를 갖게 된다. 추숙에 의한 향기성분의 발생은 과실의 호흡이 급격히 증가하는 호흡 Climacteric rise 현상과 함께 일어난다. 그리고, 속도가 진행된 과실들은 추숙

에 의하여 휘발성 성분의 생성이 많고 미숙과의 수 배에 달한다. 따라서 추속조건을 검토하여 알맞는 수확시기를 결정하는 것은 중요하다.

한편, 과실이나 야채를 저장함으로써 신선한 좋은 향기를 잃게 되며 저장 중 약간의 향미의 열화는 피할 수 없다. 그리고 저장 중 향기변화는 품종이는 수확년도에 따라서 다소 차이가 있고 일정한 경향을 나타내지는 않는다.<sup>4)</sup>

저장 중 토마토 과실의 향기성분은 호흡 Climacteric rise 시기와 더불어 총량 및 종류는 증가하였으며 NAP-N에서는 저장초기에 감소한 후 증가하였고 저장 중 증감이 나타난 성분들은 저장 10 일경에, NAP-L은 저장 26일 경에 각각 최대치를 나타내었다. 그리고 SAP-L에서 향기성분의 총량이 적고 증감현상이 완만한 것은 저온 및 감압에 의해 호흡이 억제되면서 생체내 향기성분 생성기작에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 또한 저장 중 alcohol류(n-octanol, n-propanol, n-pentanol 등)들은 대체로 증가하는 반면 풋내음 성분으로 알려진 aldehyde (trans, trans-2,4-decadienal, furfural 등)류 및 Ketone류(2-hexanone, heptanone 등)는 저장 전반에 걸쳐 거의 변화가 없는 것으로 보아 토마토 과실이 완숙상태가 되더라도 풋내음 성분들은 어느 정도 남아 특유의 냄새를 나타내게 된다. 다른 향기성분들은 어느 정도 복잡한 변화가 나타났으며 이러한 결과는 다른 보고<sup>5)</sup>에서도 찾아볼 수 있었다.

파쇄흡착법으로 추출한 향기성분의 총량은 저장 중 증가하다가 감소하는 경향을 나타내어 호흡 Climacteric peak의 변화와 대체로 일치하는 경향이 있었다. 그리고 토마토 향기성분 중 많은 비율을 차지하는 alcohol은 전체 12종 중 적숙 및 완숙기에 증가한 것이 7종, 감소한 것이 5종이었고 ester

는 전체 5종 중 증가 3종, 감소 2종이었다. 또한 n-butanol,  $\beta$ -ionone, phenylacetaldehyde 등과 같은 풋내음 향기성분들은 주로 미숙과에서 분리할 수 있었고 또 저장 중 감소하는 경향이었으며, ethyl acetate, linalool 등은 증가하였다. 이러한 경향은 성숙, 추속 과정 중 토마토 향기성분을 조사한 결과와 일치하였다.

### 초 록

토마토 과실의 저장 중 향기물질은 호흡 Climacteric peak 시기와 함께 그 종류가 증가하였고 SAP-L이 NAP-N보다 향기성분 함량의 증가폭이 완만하였다. 향기성분 중 함량이 많은, 2-hexanone, n-propanol, n-pentanol 및 ethanol은 저장초기에 감소한 후 증가하였고, n-octanol과 furfural은 저장 전반에 걸쳐 증가한 반면 n-butanol, cyclohexanone 및 phenylacetaldehyde 등은 감소하였으며 trans, trans-2,4-decadienal, benzyl alcohol 및 2-heptanone 등은 거의 변화가 없었다.

### 참 고 문 헌

1. 손태화, 천성호, 최상원, 문광덕 : 한국농화학회지, 31(3), 292 (1988)
2. 심기환, 손태화, 김명찬, 최상원 : 한국농화학회지, 27(2), 86(1984)
3. Biale, J.B.: Ann. Rev. Plant Physiol., 1, 183(1950)
4. 李聖甲 : 食品工業, 5, 36(1987)
5. Chung, T.Y., Hayase, F. and Kato, H.: Agric. Biol. Chem., 47(2), 343(1983)