

품종에 따른 건시의 물성적 특성과 세포벽 성분*

손태화 · 문광덕 · 이낙훈

경북대학교 식품공학과
(1991년 4월 29일 접수)

Textural Properties and Cell Wall Components of Dried Persimmon according to Varieties

Tae Hwa Sohn, Kwang Deok Moon, Nak Hoon Lee

Department of Food Engineering, Kyungpook National University

(Received April 29, 1991)

Abstract

This study is performed to investigate the relation between cell components and hardness which affect to the quality of dried persimmons. Moisture contents of dried persimmons were interrange of 30 to 36%. Enpung Junsi (EJ), Dungsì (Young dong) (DY) and Haman Susi (HS) had higher moisture contents than Dungsì (Sang Ju) (DS), Kojongsì (KS) and Hagakure (HK). Hardness was high in the varieties which has low moisture content such as DS, KS and HK. The significant differences of hardness and fracturability among varieties were appeared conspicuously but those of cohesiveness, adhesiveness and springiness were not appeared. Crude cell wall content, pectin and calcium content of cell wall were high in hard varieties. In the pectin fractions, water soluble pectin content was high in EJ, HS and DY but that of acid and alkali soluble pectin were high in DS, KS and HK. The cell wall of high hardness varieties observed thick and firm than that of low hardness varieties.

I. 서 론

건시 즉 곱감은 오래전부터 우리나라에서 제조되어 이용되고 있는 고유의 과일건조가공품으로 가을에 일시적으로 다량 출하되는 감과실의 이용기간을 연장하는 가장 중요한 수단일 뿐 아니라 풍부한 감미와 특유의 물성적 특성을 지니고 있는 우수한 건조식품이다.

식품의 물성적 특성은 중요한 품질요소의 하나이며 따라서 최근에는 청과물의 성숙 및 저장 중 물성과 관련한 연화에 대한 많은 연구가 보고되고 있다.¹⁻⁴⁾ 과실의 물성적 특성중 경도는 과실의 품질을 결정짓는데 있어 가장 중요한 인자의 하나이며 건시의 품질에 있어서도 매우 중요한 역할을 하는 것으로 여겨진다. 이러한 과실의 경도는 수분함량이나 세포벽을 구성하는 성분의 조성 및 밀접한 연관이 있다. 세포벽 구성성분에 관하여는 여러 다당류,⁵⁻⁷⁾ 펙틴물질,⁸⁻¹¹⁾ 단백질¹²⁻¹⁴⁾

및 무기성분 중 칼슘¹⁵⁾ 등에 대한 비교적 많은 연구가 여러 과실에서 수행되어 왔다. 그러나 건시의 품질에 대한 세포벽 구성성분과 경도와의 관계에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 국내 각 유명산지의 건시에 대한 물성적 특성을 측정하고 여러 세포벽 구성성분들의 분석 및 세포벽의 현미경적 관찰을 통하여 물성적 특성 중 경도와 세포벽 구성성분과의 관련성에 대하여 검토해 보고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 재료는 국내의 유명산지, 즉 경북 예천, 충북 영동, 경남 함안, 전북 완주 및 경북 상주 지역에서 제조된 건시 각 1종과 일본 山形지방에서

*이 논문은 1990년도 문교부지원 한국학술진흥재단의 지방내 육성 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

Table 1. The varieties of dried persimmon used in the experiments

Symbols	Varieties	Districts
A	Eunpung Junsi	Yeochon, Kyungpook
B	Dungsi	Youngdong, Chungpook
C	Susi	Haman, Kyungnam
D	Kojongsi	Wanju, Chonpook
E	Dungsi	Sangju, Kyungpook
F	Hagakure	Yamagata, Japan

Table 2. The operating conditions of texturemeter for texture analysis

Item	Conditions
Texturemeter	Instron model 1140 Texturemeter
Crosshead speed	100 mm/min.
Plunger size	φ0.47 cm
Clearance	1 mm
Temperature	25°C

제조된 1종을 공시재료로 하였다. 재료는 각 지역에서 유통되는 것을 현지구입하여 사용하였으며 이의 품종은 표 1과 같다.

2. 실험방법

1) 수분

수분함량은 톨루엔 증류법으로 측정하였다.

2) 물성측정

건시의 물성은 texturemeter(Instron 1140)을 이용하여 측정하였다. 임의로 채취한 시료 15개를 각각 puncture test를 행하여 얻어진 TPA(texture profile analysis) 곡선으로부터 Leung 등¹⁶⁾과 같이 7개의 parameter로 나타내고 SPSS(Stastical Package for the Social Science)를 이용한 t-test로써 유의성을 검정하였다. 물성의 측정조건은 표 2와 같다.

3) 조세포벽의 조제 및 분획

건시과육 일정량에 시료무게의 5배량의 끓는 에탄올을 가하여 마쇄하였다. 잔사를 80% 에탄올로 3회 반복하여 추출, 여과하고 아세톤으로 여액의 색이 무색이 될 때까지 수세한 후 상온의 후드내에서 건조하여 조세포벽으로 하였다.

조세포벽의 분획은 Yamaki 등¹⁷⁾의 방법에 따라 조세포벽 일정량을 NaClO₂ 용액에 현탁시켜 리그닌 회분을 얻고 0.05 M Na-EDTA로 처리하여 펙틴 회분으로 하였다. 잔사를 0.05 M H₂SO₄, 4N KOH로 각각 처리하여 산가용성 헤미셀룰로오스 회분과 알칼리가용성 헤미셀룰로오스 회분으로 하였으며 나머지 잔사를 셀룰로오스 회분으로 하였다. 각 회분은 증류수로 72시간

Table 3. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for calcium analysis

Item	Conditions
Instrument	Perkin Elmer model 3030
Wave length	422.7 nm
Lamp current	20 mA
Slit width	0.7 nm
Air flow rate	5.6l/min
Acetylene flow rate	3.4l/min

투석한 후 건조시켰다.

조세포벽에 함유된 펙틴은 Barbier 등¹⁸⁾의 방법에 따라 분획하였다. 즉 일정량의 조세포벽에 증류수를 가하여 상온에서 교반한 후 원심분리하여 상등액을 취하고 여기에 잔사를 3회 반복수세, 원심분리한 상등액을 합하여 수용성 펙틴회분으로 하였다. 잔사에 1% 옥살산칼륨 용액을 가하여 앞과 같은 방법으로 추출하여 옥살염가용성 펙틴회분으로 하였다. 잔사에 다시 0.05 M HCl을 가하여 30분간 100°C에서 가열추출하여 산가용성 펙틴회분으로 하였으며 나머지 잔사에 0.05 M NaOH를 가하여 추출한 후 원심분리하여 알칼리가용성 펙틴회분으로 하였다. 각 회분은 증류수에서 12시간 투석하여 건조시켰다.

4) 칼슘의 분석

조세포벽 일정량을 450°C에서 회화시키고 0.1% lanthanum chloride를 함유한 0.5 N HNO₃에 녹여 정량 여지로 여과한 것을 시험용액으로 하여 원자흡광분석기로 분석하였으며 분석조건은 표 3과 같다.

5) 세포벽의 현미경 관찰

과육을 일정크기로 잘라 2.5% glutaraldehyde를 함유하는 0.1 M 인산완충용액(pH 7.0)에서 2시간 고정시키고 같은 완충용액으로 2~3회 세척한 후 50% 에탄올에서 무수에탄올까지 단계적으로 탈수시켰다. 이를 isoamyl acetate로 치환시키고 CO₂를 이용한 임계점 건조기를 건조시킨 후 백금을 증착하여 주사전자현미경(SEM)으로 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수분함량

건시 각품종의 수분함량은 표 4와 같이 30-36% 정도로 그 중 은풍준시가 36.2%로 가장 높았고 다음이 등시(영동), 함안수시의 순이었으며 등시(상주)가 30.0%로 가장 낮았다.

2. 물성

건시의 물성특성치 중 부서집성, 경도, 응집성, 부착

성, 탄성, 껍질 및 씹힘성을 평균값과 표준편차로 나타낸 결과는 표 5와 같다.

건시의 부서짐성은 Hagakure가 44.0 N으로 가장 높

Table 4. The moisture contents of dried persimmons

	A	B	C	D	E	F
Moisture (g/100g)	36.2	35.9	35.3	30.6	30.0	32.5

Symbols are same with Table 1.

았으며 다음이 동시(상주)였다. 동시(영동), 고종시 및 함안수시는 비슷하였고 은풍준시는 9.9 N으로 가장 낮은 부서짐성을 보였다. 과육의 경도는 부서짐성보다 높게 나타나 동시(상주)가 64 N으로 가장 높게 나타났고 고종시, Hagakure의 순으로 이들 세품종은 19.5 N을 나타낸 동시(영동)나 함안수시 및 은풍준시보다 월등히 높게 나타났다. 이와 같이 경도는 품종에 따른 뚜렷한 차이를 나타내었으나 응집성, 부착성 및 탄성은 품종에 따른 차이를 거의 나타내지 않았다. 그러나 껍질성과 씹힘성은 경도가 높은 고종시, Hagakure 및 동시

Table 5. Texture profile analysis parameters of dried persimmons determined by Instron.

Varieties	Fracturability (Newton)	Hardness (Newton)	Cohesiveness	Adhesiveness (Joule)	Springiness (cm)	Gumminess (Newton)	Chewiness (Joule)
A	9.9400	27.6133	.2554	.0269	1.3267	7.176	9.4400*
	2.532	3.514	.036	.007	.166	.718	2.451**
B	16.9467	19.4733	.2144	.0263	1.1000	4.1400	4.5193
	4.504	4.1923	.046	.008	.132	1.354	1.317
C	12.3200	25.3933	.2702	.0419	1.4467	6.7813	9.8140
	2.648	6.498	.040	.012	.224	1.761	2.961
D	16.3267	63.4067	.2131	.0230	1.3067	13.2140	17.1680
	3.847	13.556	.049	.007	.215	2.845	4.595
E	27.0467	64.4667	.2144	.0283	1.1267	13.7220	15.4693
	6.953	10.041	.040	.012	.155	2.854	3.753
F	44.0333	56.7867	.2439	.0378	1.1667	13.9713	16.6340
	9.812	11.837	.058	.020	.176	4.795	6.952

*Average value, **Standard deviation

Symbols are same with Table 1.

Table 6. Significant test of texture parameters of dried persimmons

(p value)

Fracturability	A	B	C	D	E	F
A	—	.000	.046	.000	.000	.000
B		—	.002	.595	.001	.000
C			—	.007	.000	.000
D				—	.000	.000
E					—	.000
F						—

Hardness	A	B	C	D	E	F
A	—	.000	.282	.000	.000	.000
B		—	.014	.000	.000	.000
C			—	.000	.000	.000
D				—	.802	.094
E					—	.081
F						—

Cohesiveness

	A	B	C	D	E	F
A	—	.021	.393	.017	.015	.514
B		—	.000	.906	1.00	.154
C			—	.002	.002	.131
D				—	.093	.159
E					—	.141
F						—

Adhesiveness

	A	B	C	D	E	F
A	—	.760	.001	.101	.709	.063
B		—	.000	.258	.570	.045
C			—	.000	.011	.544
D				—	.131	.036
E					—	.151
F						—

Springiness

	A	B	C	D	E	F
A	—	.001	.039	.779	.004	.031
B		—	.000	.005	.662	.304
C			—	.076	.001	.003
D				—	.030	.084
E					—	.448
F						—

Gumminess

	A	B	C	D	E	F
A	—	.001	.101	.000	.000	.000
B		—	.001	.000	.000	.000
C			—	.000	.000	.000
D				—	.569	.632
E					—	.871
F						—

Chewiness

	A	B	C	D	E	F
A	—	.000	.633	.000	.000	.002
B		—	.000	.000	.000	.000
C			—	.000	.000	.002
D				—	.297	.819
E					—	.625
F						—

Symbols are same with Table 1.

(상주)에서 높게 나타났다. 이러한 물성특성치들 중 특히 경도는 수분함량이 낮은 품종에서 높게 나타났

으며 이 결과는 문 등¹⁹⁾의 연구결과와 일치하는 경향이었다.

Table 7. Contents of crude cell wall of dried persimmons

Varieties	Crude cell wall (g/100g of flesh, dry weight basis)
A	9.4
B	8.8
C	8.5
D	10.5
E	10.7
F	10.8

Symbols are same with Table 1.

Table 8. The contents of cell wall polysaccharide fractions extracted from dried persimmon cell walls

Varieties	Fractions (mg/g cell wall)					
	F1	F2	F3	F4	F5	Yield(%)
A	16.2	193.7	133.3	158.6	307.9	80.97
B	16.4	189.2	135.7	160.9	315.7	81.79
C	16.7	196.4	128.3	153.4	314.5	80.93
D	16.1	212.1	127.3	166.9	295.4	81.78
E	16.0	220.9	117.2	170.9	291.4	81.62
F	17.5	215.5	122.0	174.9	284.0	81.39

F1: lignin fraction

F2: pectin fraction

F3: acid-soluble hemicellulose fraction

F4: alkali-soluble hemicellulose fraction

F5: cellulose fraction

Symbols are same with Table 1

한편 이들 물성측정 결과들을 각 특성치에 대하여 품종 상호간의 유의성을 검정해 본 결과는 표 6과 같다.

부서집성은 고중시와 동시(영동) 사이를 제외하고는 전구간에서 뚜렷한 통계적 유의차를 나타내었으며 경도 역시 몇몇 구간을 제외하고는 전구간에서 뚜렷한 유의차를 나타내었다. 그러나 응집성, 부착성 및 탄성은 많은 구간에서 유의차가 인정되지 않았으며 껍질과 씹힘성은 경도의 유의성과 거의 일치하는 결과를 나타내었다.

3. 조세포벽의 함량 및 세포벽구성 다당류

건시로부터 추출한 조세포벽의 함량은 표 7과 같이 건물기준으로 8.5-10.8%를 차지하고 있었으며 대체로 과육의 경도가 높은 품종에서 높게 나타났다. 이러한 사실은 수확후 과실의 경도저하와 관련한 조세포벽의 변화에 대하여 Mowlah 등²⁰⁾이 망고 및 구아바에서 수확후 세포벽의 급격한 감소를 보고한 것이나 문²¹⁾이 토마토 과실의 성숙 중 변화에 따른 조세포벽의 감소를

Table 9. The contents of pectic fractions extracted from dried persimmon cell walls

Varieties	Pectic fractions (% of Total pectin)			
	Water soluble	K-Oxalate soluble	Hydrochloric acid soluble	Sodium hydroxide soluble
A	36.2	13.5	26.7	23.6
B	36.1	12.9	26.2	24.8
C	34.1	13.0	27.8	25.1
D	28.6	12.5	30.8	28.1
E	27.5	12.7	32.5	27.3
F	29.6	12.3	31.2	26.9

Symbols are same with Table 1.

보고한 것으로 미루어 볼 때 조세포벽의 함량과 경도와는 과실에 따라 정도의 차이는 있으나 어느정도 관련성이 있는 것으로 여겨진다.

건시의 조세포벽으로부터 분획한 세포벽 구성 다당류의 함량을 측정한 결과는 표 8과 같이 셀룰로오스의 함량이 가장 많았으며 헤미셀룰로오스 및 펙틴의 순이었다.

이 중에서 펙틴은 세포벽 middle lamella의 주성분으로 세포벽을 견고히 하는 역할을 하며^{4,22,23)} 경도의 감소와 밀접한 연관이 있는 것으로 알려진 물질로서 경도가 높은 동시(상주), Hagakure 및 고중시에서 높게 나타났으며 경도가 상대적으로 낮은 동시(영동), 은풍준시 및 함안수시에서는 낮게 나타났다. 따라서 경도와 펙틴함량은 밀접한 관련이 있는 것으로 해석된다. 이는 자두과실의 경도변화가 펙틴함량의 변화와 관련이 있다는 Boothby²⁴⁾의 보고와 유사하였다.

4. 펙틴물질

건시의 조세포벽으로부터 펙틴물질을 수용성, 옥살염가용성, 산가용성 및 알칼리가용성 펙틴으로 각각 분획하여 전펙틴에 대한 상대적 비율로 나타낸 결과는 표 9와 같다.

분획된 펙틴중 수용성 펙틴의 함량이 가장 높았으며 산가용성 펙틴, 알칼리가용성 펙틴의 순이었다. 수용성 펙틴의 함량은 은풍준시, 동시(영동) 및 함안수시 등 경도가 낮은 품종에서 비교적 높게 나타난 반면 산 및 알칼리가용성 펙틴은 경도가 높은 품종에서 그 함량이 높게 나타났다. 그러나 옥살염가용성 펙틴은 경도에 따른 뚜렷한 함량차이를 나타내지 않았다.

5. 세포벽의 칼슘함량

과실에 있어서 칼슘은 호흡억제 및 생리장해의 발생감소와 함께 저장 중 과실의 노화방지에 효과가 있

으며²⁵⁻²⁷⁾ 세포벽의 middle lamella에서 펙틴과 결합하여 세포벽을 견고히 하는 것으로 알려져 있다.^{4,28)}

건시세포벽의 칼슘함량을 측정할 결과는 표 10과 같이 건물기준으로 998~1,590 µg/g으로서 경도가 높은 등시(상주), Hagakure 및 고종시에서 높게 나타나 조세포벽의 함량 및 세포벽의 펙틴함량과 비교적 잘 일치하는 경향이였다.

6. 세포벽의 현미경 관찰

건시과육의 세포벽을 주사전자현미경으로 관찰한 결과는 그림 1과 같이 과육의 경도가 각각 64.5 N, 63.4 N으로 높았던 등시(상주) 및 고종시는 과육의 경도가

각각 27.6 N, 25.4 N으로 낮았던 은풍준시 및 함안수시에 비하여 그 세포벽이 비교적 견고하게 관찰되었다. 이러한 결과는 문²¹⁾의 경도에 따른 토마토 세포벽의 관찰결과나 신²⁹⁾의 감과실의 세포벽 관찰결과와 유사하였다.

이러한 결과들로 미루어 볼 때 건시의 품질에 중요한 영향을 미치는 경도는 수분함량, 조세포벽, 세포벽의 펙틴 및 칼슘함량 등과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료된다.

IV. 요약

건시의 품질에 중요한 영향을 미치는 물성적 특성과 세포벽 구성성분과의 관계에 대하여 연구하였다. 건시의 수분함량은 30-36% 정도였으며 물성특성 중 경도는 수분함량이 낮은 등시(상주), Hagakure 및 고종시에서 높게 나타났다. 물성특성치 중 부서짐성, 경도, 껍질성, 씹힘성은 품종간 유의차가 인정되었으나 응집성, 부착성 및 탄성은 품종에 따른 통계적인 유의차가 나타나지 않았다. 조세포벽의 함량, 세포벽의 펙틴물질 및 칼슘함량은 경도가 높은 품종에서 높게 나타났으며 펙틴물질 중 수용성 펙틴은 경도가 낮은 품종에서 그리고 산 및 알칼리가용성 펙틴은 경도가 높은 품종에서 높게 나타났다. 주사전자현미경으로 건시과육의 세포벽을

Table 10. Calcium contents of cell wall of dried persimmons

Varieties	Calcium (µg/g, dry weight basis)
A	1,195
B	1,224
C	998
D	1,330
E	1,590
F	1,391

Symbols are same with Table 1.

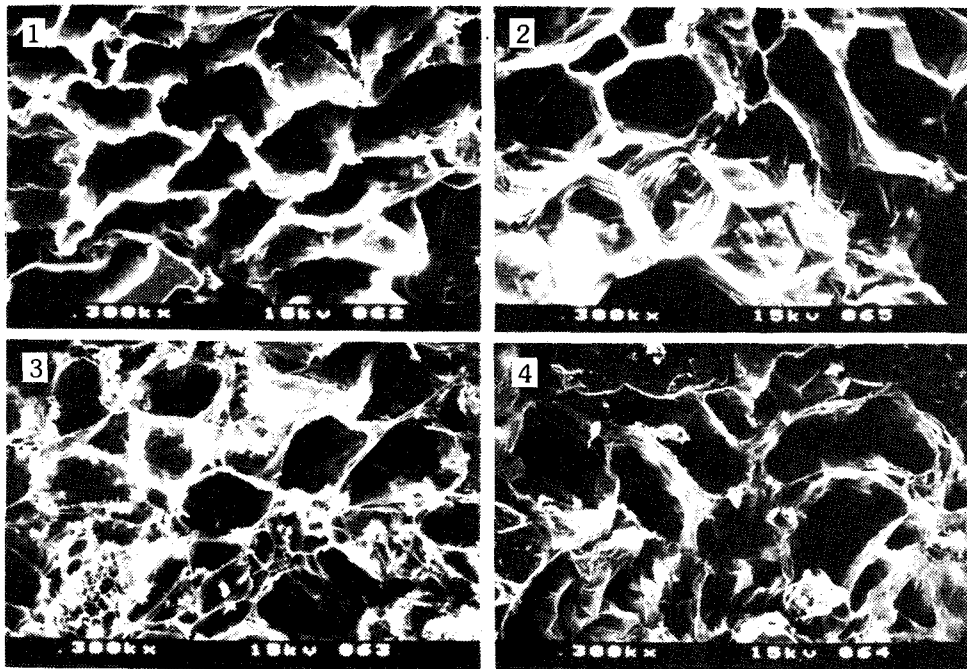


Fig. 1. Scanning electron microscopic photographs of cell wall of dried persimmons (×300). 1: Dungsi (Sangju), 2: Kojongsi, 3: Eunpung Junsi, 4: Haman Susi

관찰한 결과 경도가 높은 품종의 세포벽이 비교적 견고하게 관찰되었다.

참고문헌

- Hall, C.B.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **112** (4), 663 (1987).
- Brady, C.J., McGlasson, W.B., Pearson, S.K., Meldrum, S.K. and Kopeliovitch, E.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **110** (2), 254 (1985).
- Facteau, T.J.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **107** (1), 151 (1982).
- Bartley, I.M. and Michael, K.: *Food Chem.*, **9**, 47 (1982).
- Bauer, W.D., Talmadge, K.W., Keegstra, K. and Albersheim, P.: *Plant Physiol.*, **51**, 174 (1973).
- Darvill, J.E., McNeil, M., Darvill, A.G. and Albersheim, P.: *Plant Physiol.*, **66**, 1135 (1980).
- Thomas, J.R., McNeil, M., Darvill, A.G. and Albersheim, P.: *Plant Physiol.*, **83**, 659 (1987).
- Talmadge, K.W., Keegstra, K., Bauer, W.D. and Albersheim, P.: *Plant Physiol.*, **51**, 158 (1982).
- Jarvis, M.C.: *Planta*, **154**, 344 (1982).
- Ben-Arie, R. and Sonogo, L.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **104** (4), 500 (1979).
- McNeil, M., Darvill, A.G. and Albersheim, P.: *Plant Physiol.*, **66**, 1128 (1980).
- Fry, S.C.: *Biochem. J.*, **204**, 449 (1982).
- O'Neil, M.A. and Selvendran, R.R.: *Biochem. J.*, **187**, 53 (1980).
- Michael, K.: *Phytochem.*, **12**, 637 (1973).
- Burns, J.K. and Pressey, R.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **112** (5), 783 (1987).
- Leung, H.K., Barron, F.H. and Davis, D.C.: *J. Food Sci.*, **48**, 1470 (1983).
- Yamaki, S., Machida, Y. and Kakiuchi, N.: *Plant and Cell Physiol.*, **20** (2), 311 (1979).
- Barbier, M. and Thibault, J.F.: *Phytochem.*, **21** (1), 111 (1982).
- 문광덕, 손태화 : 한국식문화학회지, **3**(4), 385(1988).
- Mowlah, G. and Itoo, S.: *日食工誌*, **30**(8), 454(1983).
- 문광덕 : 성숙중 토마토 과실의 세포벽 구성성분의 변화 및 세포벽의 현미경적 관찰, 경북대학교 박사학위논문(1988).
- Malis-Arad, S., DiDi, S. and Mizrahi, Y.: *J. Hort. Sci.*, **58** (1), 111 (1983).
- Shewfelt, A.L., Paynter, V.A. and Jen, J.J.: *J. Food Sci.*, **36**, 573-575.
- Boothby, D.: *J. Sci. Food Agric.*, **34**, 1117 (1983).
- Faust, M. and Shear, C.B.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97** (4), 437 (1972).
- Tingwa, P.O. and Young, R.E.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **99** (6), 540 (1974).
- Drake, S.R. and Spayd, S.E.: *J. Food Sci.*, **48**, 403 (1983).
- Hudson, J.M. and Buescher, R.W.: *J. Food Sci.*, **51**, 138 (1986).
- 신승렬 : 감과실의 연화시 세포벽 구성성분, 효소활성, 단백질 및 조직변화에 관한 연구, 영남대학교 박사학위논문(1988).