KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 29, No. 2, pp. 198~203 (1997)

효소분해가 감쥬스의 이화학적 특성에 미치는 영향

전윤기 · 최희숙* · 차보숙** · 오훈일*** · 김우정***
정풍연구소, *안산공업전문대 식품공업과,
**수원여자전문대 식품영양과, ***세종대학교 식품공학과

Effect of Enzymatic Hydrolysis on the Physicochemical Properties of Persimmon Juice

Yun-Kee Chun, Hee-Sook Choi*, Bo-Sook Cha**,
Hoon-Il Oh*** and Woo-Jung Kim***
Research and Development Center, Jeong Poong
**Department of Food Engineering, Ansan Technical College*
***Department of Food and Nutrition, Suwon Women's Junior Collenge*
****Department of Food Science and Technology, Sejong University*

Abstract

The ground persimmon puree was treated with two kinds of commercial polysaccharide hydrolyzing enzymes (Viscozyme and Celluclast) in order to study their effects on the extraction yield, viscosity, color, titratable acidity and sugars. Hydrolysis with Viscozyme which has enzymatic activity of arabinase, cellulase, xylanase, hemicellulase and β-glucanase significantly increased the extraction yield, L-value and reducing sugar and decreased in viscosity by treatment for 10 min at 50°C. The extraction yield of the juice was increased from 42.7% to 80% by Viscozyme while the Celluclast to 73.3%. On the other hand, the sensory properties of persimmon-like flavor, scarlet and orange color were greatly improved for the juice hydrolyzed with Viscozyme for 60 min.

Key words: persimmon juice, polysaccharide hydrolyzing enzyme, extraction yield, viscosity, acidity, reducing sugar, sensory

서 론

감(*Diospyros kaki* L.)은 전통적으로 밤, 대추와 함께 제사상에 오르는 삼색과일의 하나로 기호성이 높은 과실이다. 감은 크게 단감과 떫은 감 두종류로 나눌 수 있으며[1] 최근에 남부해안지방인 경남, 전남등지에서 단감의 재배면적이 크게 늘어나 새로운 농가 수입원으로 크게 각광받고 있으나 아직도 떫은 감의 재배면적이 훨씬 더 넓은 것은 단감의 재배적지가 특정지역에 한정되어 있기 때문이다.

감의 가공 및 이용에 대한 연구로는 건시의 품질에 대한 연구[2], 감을 이용한 Jam제조[3] 감통조림제조[4,5,6] 등이 발표되었으나 특히 당액주입에 의한 통조림가공시 열처리에 의한 떫은 맛의 재현 및 시럽의 백탁등이 크게 문제가 되고 있어 아직 실용화되지 못하고 있는 실정이다. 감 성분에 관한 연구로는 영양적 성분 및 gel화에 관련된 성분함량조사[7], 감의 연화와 관련된 세포벽 다당류의 변화[8] 등이 있다. 또한 과일 쥬스의 여과와 청징에 도움이 되게하기 위하여 천연과일 gum을 효소로 가수분해하는 것은 오래동안 널리 사용해온 기술이었으며[9,10], Chenchin 등[11]은 pineapple juice을 만들기 위하여 pectinase, cellulase, hemicellulase를 사용한 결과 원료에 대한 여과율이 대조구는 27.5%이었음에 반하여 15분간의 효소처리구는 43.8%로 약 1.62배 증가하였다고 보고하였다.

숙성된 떫은 감(연시)은 떫은 맛이 없어지면서 조직이 연하고 특유의 단맛과 향기가 있어 신선한 과실로 섭취하여 왔으나 저장기간이 비교적 짧고 수확방법에 어려움이 있어 감의 가공방법이 절실히 필요하다. 가

Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, Sejong University, Kunja-dong, Kwangjin-gu, Seoul 133-747, Korea

공방법중 쥬스로서의 가공은 크게 기대되지만 쥬스분리시 분산되어 있는 미세한 불용성물질로 인하여 여과 또는 원심분리가 어려운 것으로 알려져 있으며 감쥬스에 대한 연구자료는 발표된 바가 거의 없다.

그리하여 본 연구에서는 효과적인 감 쥬스의 제조방법을 개발하고자 미세한 불용성 물질들로 여과나 원심분리가 지극히 어려운 마쇄한 연시 puree를 효소로 분해시켜 감쥬스의 분리능력과 수율을 높이고, 이화학적 특성과 관능적 특성을 비교하여 제조조건을 선정하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 감은 1990년 가을 충북 영동에서 수확된 연시를 제공받아 사용하였으며 감은 먼저 깨끗이 수세한 후 꼭지와 씨를 제거한 뒤 감 무게의 반의 물을 가한 후 믹서의 가장 낮은 속도로 20초 마쇄하여 puree를 만들고 vinyl bag에 담아 -20°C에서 냉동시켜 사용하였다.

감마쇄액의 분해를 위하여 사용한 다당류 분해효소는 Viscozyme과 Celluclast (Novo Nordisk, Denmark)로 Viscozyme은 여러 가지의 carbohydrase (arabinase, cellulase, xylanase, hemicellulase, β-glucanase)로 100 FBG/g의 활성을 가지는 복합효소이고 Celluclast는 cellobiohydrolase, 1,4-β-D-glucosidase, 1,4-β-D-glucanase로 1500 NCU/g의 활성을 가지는 효소이다. 이 두 효소의 최적 pH와 온도는 전자가 pH 3.3~5.5와 40~50°C, 후자가 pH 4.5~5.5와 40~50°C이었다. 사용한 연시의 평균무게는 119.33 g±7.84 g이며 꼭지와 씨를 제거한 무게는85.77 g±8.15 g이었다.

감쥬스의 제조

냉동시킨 감 puree를 실온에서 해동시켜 Viscozyme과 Celluclast를 0.025~0.125% (Viscozyme: 2.5 FBG-12.5 FBG, Celluclast: 37.5 NCU-187.5 NCU) 첨가하여 50°C에서 시간별(10, 20, 30, 60, 120분)로 가수분해시킨 후 90°C에서 3분간 가열하여 효소를 불활성화시키고 후 cheese cloth 3겹으로 감압여과하여 감쥬스를 제조하였다.

수용성 고형분함량

감 여과액의 수용성 고형분 함량은 refractometer (Atago hand refractometer, Atago Co., Japan)로 20±2°C에서 측정하였다.

점도 및 색의 측정

시료 40 ml를 viscometer (DV-II, Brookfield Engineering Lab., Inc., USA)로 20±2°C에서 spindle #4를 사용하여 100 rpm에서 점도를 측정하였으며 3번 반복하여 평균값으로 하였다. 감 쥬스의 색변화는 color difference meter (UC 600-IV, Yasuda Seiki Seisakusho, Ltd.)를 사용하여 측정하였다.

총당 및 환원당의 측정

총당은 감 쥬스 5 g에 25% HCl과 증류수 180 ml를 가하여 3시간동안 끓는 수욕상에서 가수분해시킨후 여과하여 pH 7로 맞춘 후 500 ml를 정용한 뒤 1 ml를 취하였다. 여기에 DNS (dinitrosalicylic acid) 3 ml을 넣고 끓는 물에서 5분간 중탕가열한 후 찬물에서 5분간 냉각한 뒤 증류수 16 ml를 가한 후에 550 nm에서 흡광도를 측정하였다[12]. 환원당은 감쥬스 5 g에 증류수 25 ml를 넣고 shaking한 후 1 ml를 취하여 여기에 DNS용액 3 ml를 넣어 총당과 같은 방법으로 발색시킨 후 40배로 희석하여 흡광도를 측정하였다.

pH 측정 및 적정산도의 측정

pH는 pH meter (DP215M, DSM)를 사용하였으며 적정산도는 환원당 측정방법에서 준비한 시료 20 ml를 pH 8.3까지 중화시키는데 소요되는 0.01 N NaOH의 ml수[13]로 표시하였다.

관능검사

감 puree의 효소반응시간에 따른 감의 관능적 특성 검사를 위하여 선정된 특성의 묘사는 맛에서 떫은 맛, 텁텁한 맛, 감맛으로, 냄새는 단내, 신내, 풀잎내, 감내로, 색은 주홍색, 주황색 및 노란색이었다. 각 관능적 특성차이는 다시료 비교법(multiple comparison test)에 의하여 검사하였으며 패널원의 구성은 대학원생 8명을 선정하여 훈련시켰다. 특성의 강도는 표준시료에 비하여 대단히 약했을 때 1, 같을 때는 4, 대단히 강했을 때 7로한 7점법을 사용하였다. 표준시료(R)는 효소처리하지 않고 90°C에서 3분간 가열처리시켜 추출한 여액으로 하였다. 관능적 평가에서 얻어진 결과는 분산분석에 의하였으며 각 시료간의 묘사별 유의성은 Duncan의 다범위검정[14]으로 하였다.

결과 및 고찰

여과율 및 고형분

감쥬스 제조시 감에 물만 첨가하고 마쇄하여 여과

Table 1. Changes in extraction yield, pH and brix of juice treated with Celluclast or Viscozyme as affected by enzyme concentration

Enzyme		Enzyme concentration (%)				
		0	0.025	0.05	0.1	0.125
Viscozyme	extraction yield(%)	42.70	73.35	77.20	79.45	80.00
	brix	9.10	10.40	9.70	9.70	9.50
	pH	5.11	4.93	4.87	4.87	4.81
Celluclast	extraction yield(%)	53.30	78.70	73.00	74.67	73.30
	brix	7.90	8.30	8.60	8.60	9.40
	pH	5.18	5.14	5.15	5.06	5.01

할 때 마쇄액에 분산된 불용성 고형분 입자가 작고 점도가 높아 여과하는데 장시간이 걸렸으므로 5시간 진공여과후 얻어진 쥬스용액은 감 무게의 약 43% 정도였다. 따라서 다당류복합효소(Celluclast, Viscozyme)의 효과와 적절한 첨가농도를 결정하기 위하여 마쇄한 puree에 효소를 0.025~0.125% 첨가하여 추출수율%, pH, 고형분의 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 효소의 첨가량이 증가함에 따라 추출수율은 Viscozyme의 경우 42.7%에서 80%로 1.87배, Celluclast는 73.30%로 1.38배 증가하였으며 전자는 0.125%에서 후자는 0.025% 첨가구에서 가장 높은 추출수율을 보였다. 고형분의 변화도 추출수율과 같은 경향으로 나타나 Viscozyme은 0.025% 첨가구에서 10.40 brix로, Celluclast는 0.125%첨가구에서 9.40 brix로 가장 높았다. pH의 변화는 효소첨가량이 증가할수록 점차 감소하는 경향을 보여 Viscozyme은 5.11에서 4.81로, Celluclast는 5.18에서 5.01로 감소하였다. 이 결과에서 감 puree에서 쥬스의 수율을 높이기 위해서는 Celluclast보다는 Viscozyme처리가 더 효율적인 것으로 나타났다. 따라서 감쥬스의 특성을 고려하여 적절한 효소의 첨가량을 0.1%(v/v)로 선정하였다.

감쥬스 제조를 위하여 효소처리시간을 선정하고자 Viscozyme과 Celluclast를 10~120분 시간별로 처리하였을 때 추출수율 및 고형분의 변화는 Fig 1과 같다. Viscozyme으로 10분간 분해시켰을 때 77.1% 추출수율을 보여 대조구의 42%에 비하여 1.8배로 급격히 증가하였고 그 후 거의 향상됨이 없었다. 효소작용이 매우 짧은 시간에 효율적으로 작용하는 것으로 나타났다. Chenchin 등[12]은 pineapple 쥬스에 cellulase, hemicellulase 또는 pectinase 등의 복합효소를 처리하여 약 69%의 추출수율를 보고하였다. Celluclast로 처리하였을 경우, 추출수율이 Viscozyme보다 전반적으로 낮았

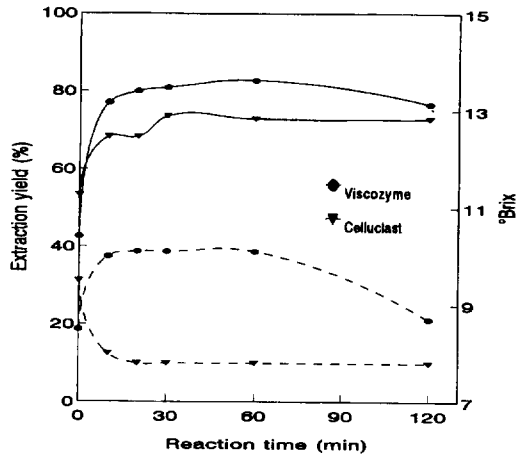

Fig. 1. Effect of enzyme reaction time on the extraction yield and brix of persimmon juice. —: Extraction yield, ---: °Brix

고 10분 반응시켰을 때의 추출수율이 대조구에 비하여 28.1% 증가하였으며 30분처리하였을 때 가장 높은 여과율를 나타내었고, 그 이후에는 감소유지하였다. 수용성고형분은 Viscozyme의 경우, 반응 10분후에 8.5 brix에서 10 brix로 증가하였으나 20분이후에는 큰 변화가 없었다. Celluclast처리구는 Viscozyme과는 반대경향으로 반응시간이 증가할수록 수용성 고형분이 감소 유지하였다. Viscozyme의 추출수율과 고형분 함량이 높은 이유는 구성효소가 주로 cellulase와 hemicellulase로 구성되어 이것에 의해 분해되었음을 추측할 수 있었다. Celluclast와 Viscozyme 의 반응시간은 효소반응으로 충분히 감의 내용물을 추출할 수 있고 추출수율이 높은 1시간으로 선정하였다.

점도 및 색

효소 반응시간에 따라 여과된 감쥬스의 점도를 측정한 결과 Fig. 2에 나타난 바와 같이 Celluclast와 Viscozyme 처리구 모두 반응시간 10분후에 가장 낮은 점도를 나타내었으며 그 이후부터는 큰 변화가 없었다. 전반적으로 Viscozyme의 점도가 Celluclast처리구보다 낮았으며 대조구의 점도는 22 cp로 초기점도의 45.45% 감소함을 알 수 있었다. Viscozyme의 점도가 낮은 것은 Fig. 1에 나타난 추출수율이 증가함과 일치하는 경향으로 효소의 분해가 많이 일어났음을 보여주었다.

감쥬스의 색은 Fig. 3와 같이 반응시간 60분에는 Celluclast처리구가 Viscozyme에 비해 L, a, b값이 높게 나타났으며 L값의 경우 반응시간 60분에 30.0으로

가장 높았다. a값의 경우 Celluclast처리구가 반응시간 20분에 +1.31로 가장 높은 수치를 보였고 b값의 경우 반응시간이 증가함에 따라 증가하였고 Celluclast처리구는 반응시간 60분에 +12.3, Viscozyme는 +6.93으로 1.77배 더 노란색이 짙어짐을 알 수 있었다. 감의 색은 carotenoid계 색소로 carotene, lycopene, cryptoxanthan, zeaxanthin등 26종 색소의 혼합물로 구성되어 Celluclast처리구는 이들 색소의 분해가 Viscozyme 처리에 비하여 적게 일어난다고 볼수 있어 감색면에서는 Celluclast처리가 더 효과적임을 알 수 있다.

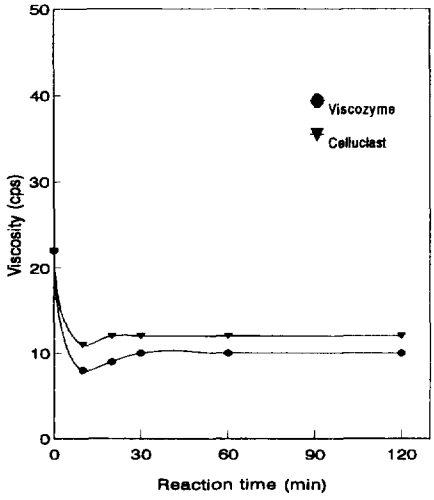

Fig. 2. Effect of enzyme reaction time on the viscosity of persimmon juice

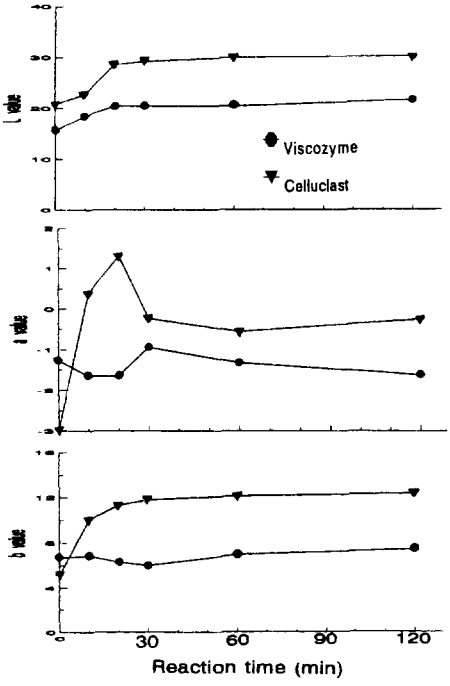

Fig. 3. Effect of enzyme reaction time on the hunter L, a and b values of persimmon juice

pH 및 적정 산도

효소 첨가량을 0.1%로 하였을 때 반응시간에 따른 감 쥬스의 pH 변화는 Fig. 4에 나타난 바와같이 전체적으로 4.49~5.03 범위로 약산성을 나타냈으며 Viscozyme처리시 반응시간 초기에는 증가하였다가(pH 5.03) 반응시간 30분부터는 감소하여 그후 일정한 수준을 (4.7~4.8)을 유지하였으며 산도의 변화는 반응시간이 증가함에 따라 1시간까지는 점차적으로 증가하는 경향을 보여 최고값인 0.48을 나타내었다. 이에 반하여 Celluclast처리는 초기반응 10분후에 적정산도가 감소한 후 거의 일정한 수준을 유지하였다. 전반적으로 Viscozyme의 적정산도가 Celluclast보다 높아 이는 Viscozyme으로 분해된 뒤 acidic carboxyl group이 증가함에 기인한 것으로 사료된다.

총당 및 환원당의 변화

감쥬스의 총당의 변화는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 Viscozyme의 총당은 초기반응 10분까지 증가하였다가 그 후 감소하였으며 Celluclast처리의 경우 44.25%에서 30.05%로 감소하였다. 이에 반하여 환원당의 경우 Viscozyme처리시에는 반응시간 60분에는 3.40%에서 12.30%로 3.62배 증가하였고 Celluclast처리구는

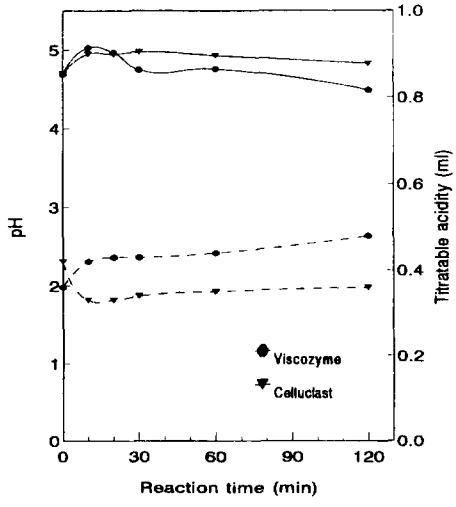

Fig. 4. Effect of enzyme reaction time on the pH and titratable acidity of persimmon juice. —: pH, ---: acidity

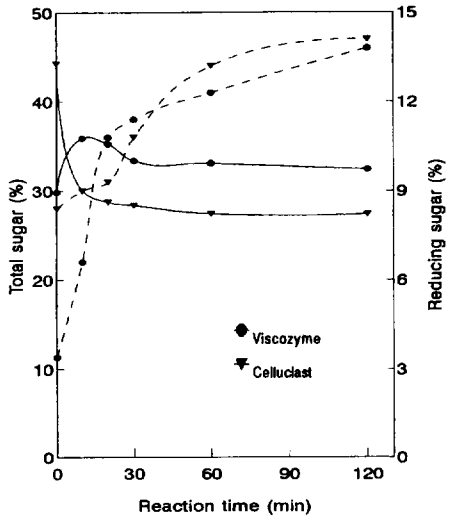

Fig. 5. Effect of enzyme reaction time on the total sugar and reducing sugar content of persimmon juice.
—: total sugar, ---: reducing sugar

Table 2. The sensory scores of the taste, odor and color of persimmon juice treated with 0.1% Celluclast and Viscozyme

Enzyme		Sensory Characteristics	Enzyme reaction time (min)				
			20	40	60	90	120
Viscozyme	Taste	Astrigent	4.3	3.6	3.1	3.5	3.3
		Thickness	4.7	3.7	3.7	4.1	3.4
		Persimmon-like	5.3	4.3	5.4	4.9	4.3
	Odor	Sweety	4.3	4.3	5.4	4.7	4.0
		Sour	4.0	4.0	4.3	4.1	4.1
		Grassy	4.1^{a}	3.9^{b}	5.1^{a}	4.6^{a}	4.4^{a}
		Persimmon-like	5.0	4.4	5.7	4.6	4.4
	Color	Scartletness	6.7^{a}	5.9^{b}	4.6^{c}	5.6^{b}	6.0^{b}
		Orangeness	6.4^{a}	5.6^{b}	4.6^{c}	5.6^{b}	6.0^{b}
		Yellowness	3.3	3.9	4.1	4.3	4.1
Celluclast	Taste	Astrigent	4.8	4.6	3.2	5.4	4.3
		Thickness	4.8^{a}	4.8^{a}	3.5^{b}	5.6^{a}	4.1^{b}
		Persimmon-like	4.8^{a}	4.4^{b}	5.6^{a}	4.0^{b}	4.1^{b}
	Odor	Sweety	4.6	3.3	5.0	4.5	4.6
		Sour	3.8	3.9	4.3	4.6	4.0
		Grassy	4.1	3.9	4.3	3.8	4.5
		Persimmon-like	5.0	4.1	4.6	5.0	5.0
	Color	Scartletness	6.5^{a}	4.5^{c}	3.8^{c}	5.6^{b}	5.6^{b}
		Orangeness	5.9^{a}	4.5^{b}	3.3^{c}	5.4^{a}	5.4^{a}
		Yellowness	4.3	3.5	3.4	4.5	4.3

[ab]Means not followed by the same letter in the same column differ significantly ($P<0.05$)

8.4%에서 13.2%로 1.57배 증가하여 환원당의 함량이 반응시간에 비례하여 급격히 증가함을 알수 있었다.

관능적 특성

Table 2는 감 puree를 Celluclast와 Viscozyme로 처리한 후 감압여과하여 얻은 쥬스에 대한 관능적 특성 변화로 Viscozyme은 맛의 경우 유의적 차이를 나타내지 않았으나 냄새의 경우 풀잎냄새에서 유의성을 보였다. Celluclast처리구는 맛의 경우 텁텁한 맛과 감맛에서 유의적 차이를 보였으며 특히 텁텁한 맛은 120분처리에서, 감맛은 60분 효소처리한 것이 가장 높은 수치를 나타내었다. 색의 경우 주홍색과 주황색은 유의적 차이를 보였으며 20분처리에서 가장 높게 나타났다.

요 약

마쇄한 감 puree에 2종류의 상업적 다른 탄수화물 분해효소인 Viscozyme과 Celluclast를 처리하여 얻은 감쥬스의 추출수율, 점도, 색, 적정산도, 당에 미치는 영향을 조사하였다. Arabinase, cellulase, xylanase, hemicellulase와 β-glucanase의 효소활성을 가진 Viscozyme으로 50°C에서 10분간 가수분해할 때 추출수율, L값, 환원당은 현저히 증가하였고 점도는 감소하였다. 감쥬스의 추출수율은 Viscozyme으로 처리시 42.8%에서 80%로 증가하는 반면 Celluclast는 73.3%로 증가하였다. 한편 관능적 특성중 감맛과 감내, 주홍색과 주황색은 Viscozyme으로 60분간 가수분해한 쥬스에서 크게 향상되었다.

문 헌

1. 조상규, 조덕환 : 농사시험연구보고, **8**, 147 (1965)
2. 임영숙 : 건시의 품질에 관한 연구. 한국영양식량학회지, **14**, 249(1985)
3. 박원기, 유영희, 현중순 : 감을 이용한 잼의 제조 연구. 한국영양식량학회지, **4**, 25 (1975)
4. 이성갑, 윤인화, 신두호 : 한국산 단감(부유: Diospyrus kaki L.) 통조림 제조에 관한 연구. 농촌진흥청 농사시험연구보고, **17**, 47 (1974)
5. 유영산, 김유환, 이종석, 홍순범 : 감통조림 가공에 관한 연구. 농촌진흥청농사연구보고(원예,농공편), **17**, 7(1974)
6. 溝延正夫, 伊坂孝, 夫花雄 : 柿の白濁防止に關する研究. 日本食品工業會誌, **12**, 95 (1965)
7. 김연순 : 감의 영양적 성분 및 gel화 요소함량 조사연구. 한국영양식량학회지, **4**, 19 (1975)
8. 김순동, 박남숙, 강명수 : 감의 연화와 관련된 세포벽 다당류의 변화. 한국식품과학회지 **18**, 158 (1986)
9. Ishii, S. and Yokotsuka, T.: Clarification of fruit juice by pectin trans-eliminase. *J. Agric. Food Chem.*, **20**, 787 (1972)
10. Nelson, P.E. and Tressler, D.K.: *Fruit and Vegetable*

Juice Processing Technology. AVI Publishing Company, Westport, CT. (1980)
11. Chenchin, K., Yugawa, A. and Yamamoto, H.Y.: Enzymic degumming of pineapple and pineapple juices. *J. Food Sci.*, **49**, 1327 (1984)
12. 한국생화학회 교재편찬위원회 : 실험생화학, 탐구당 (1986)
13. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analycal Chemists, Washington, D. C., p.730 (1990)
14. Larmond. E.: *Methods for Sensary Evaluation of Foods*. Canada Dept. of Agric. (1970)

(1996년 10월 5일 접수)