

## 한국산 배의 저장기간에 따른 polyphenol화합물의 함량 및 성분변화와 항산화효과

張云彬 · 배만중<sup>1</sup> · 안봉전<sup>1</sup> · 최희진 · 배종호<sup>2</sup> · 김 성<sup>3</sup> · 최 청\*  
영남대학교 생물산업공학부, <sup>1</sup>경산대학교 생명자원공학부  
<sup>2</sup>대구 미래대학 제과 테코레이션과, <sup>3</sup>아시아전통과학대학교 한방식품영양학과

## Effect of Antioxidant Activity and Change in Quality of Chemical Composition and Polyphenol Compound during Long-term Storage

Yun-Bin Zhang, Man-Jong Bae<sup>1</sup>, Bong-Jeun An<sup>1</sup>, Hee-Jin Choi,  
Jong-Ho Bae<sup>2</sup>, Sung Kim<sup>3</sup> and Cheong Choi\*

Department of Food Science and Technology, Yeungnam University

<sup>1</sup>Faculty of Life Resources and Engineering, Kyungsan University

<sup>2</sup>Department of Confectionary Decoration, Daegu Future College

<sup>3</sup>Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Asia University

Changes in polyphenol, free sugar, and organic acid concentrations and their antioxidative activities in Korean pear during storage were investigated. The antioxidant activity of polyphenols was evaluated. Polyphenol concentration in different parts of pear, peel, pulp and core, reached 25.7%. pH decreased while concentrations of free sugars, including fructose, glucose, and sucrose, increased during storage. Four organic acids, citric, malic, succinic, and fumaric acids, were determined. Succinic acid was the major organic acid in the pulp and decreased after 5 month of storage. The antioxidative activities of polyphenol fractions I, II, and III on cottonseed, linseed, and fish oils were higher than those of the control group.

Key words: pear, polyphenol, antioxidant

### 서 론

배는 배나무과속(*Pyrus*)에 속하는 낙엽고목식물로서 우리나라에는 1906년 일본에서 개량된 품종들이 도입되어 전국적으로 재배되고 있는 4대 과실중의 하나로서 기호도가 좋아 대부분 생과로 소비되고 있다. 우리나라에서 재배되고 있는 배는 2000년도에 26.2 천 ha에서 323.6 천톤이 생산되어서 증생종이 87.7%로 가장 많았으며 그 중 신고 품종의 생산량은 73.2%를 차지하였다. 1966년부터 배의 가공품인 음료수로 상품화되어 그 시장성을 확대해 나가고 있으며 한방에서는 변비, 이뇨, 기침 등의 치료제로 이용되고 있다<sup>(1)</sup>. 배의 세포벽은 다당류인 20~30%의 셀룰로즈, 25%의 헤미셀룰로즈, 35%의 펙틴과 5~10%의 당단백질, 그리고 미량의 페놀계 물질로 구성되어 있으며, 이들이 서로 복잡하게 연결되어 있다<sup>(2)</sup>. 탄닌은 단백질과 결합하는 특징을 가진 polyphenol

을 총칭하는 것으로 분자량은 약 500 이상이며 축합형 탄닌과 가수분해형 탄닌으로 분류한다<sup>(3)</sup>. 배의 축합형 탄닌은 flavan-3-ol을 기본 구성단위로 최근 많은 생리활성물질이 발견되고 있어<sup>(4)</sup> 식물체에서 분리한 polyphenol 화합물이 각종 세균, 효모의 생육억제활성 및 효소저해활성이 있음을 보고하였다<sup>(5,6)</sup>. 배에 관한 연구로는 배의 화학성분<sup>(7,8)</sup> 갈변억제<sup>(9,10)</sup>, polyphenol oxidase<sup>(11-13)</sup> 및 배의 저장중의 포장재질에 따른 품질변화<sup>(14)</sup>에 대한 연구보고 등이 있다. 배에 관련된 연구들은 대부분 가공적성 등 여러 방면에서 연구되어 있으나 배의 생리활성 검증 등에 관한 연구가 거의 없는 실정이므로 배의 저장기간에 따른 polyphenol 화합물 함량 및 성분변화와 항산화효과를 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 공시재료

본 실험에 사용한 배는 나주에서 11월에 수확한 신고(*Pyrus pyritolia* Nakai *cultra* nakai var.)를 2000년 11월 10일에서 2000년 4월10일까지 6개월 동안 배 60개를 4°C 저온실에서 polyethylene 필름으로 포장하여 저장한 것을 매월 6개를 채

\*Corresponding author : Cheong Choi, Yeungnam University, 214-1 Daedong, Kyungsan 712-749, Korea  
Tel: 82-53-810-2952  
Fax: 82-53-815-1891  
E-mail: cchoi@yumail.ac.kr

취하여 공시시료로 하였다.

**수분함량 및 pH**

수분함량은 AOAC 법<sup>(14)</sup>에 의하여 측정하였으며 pH는 착즙액 10 mL를 취해 pH meter를 사용하여 일정 간격을 두고 그 변화를 측정하였다.

**유리당**

유리당의 정량은 Michack 등<sup>(15)</sup>의 방법에 따라 착즙액 5 mL에 양이온과 음이온 물질을 제거하기 위하여 Mixbed resin TMD-8(1:1 mixture of strong cation anion exchange resin, Sigma, USA)을 가하여 4°C 냉장고에서 1 일간 방치한 후 이온교환수지를 제거하기 위하여 Whatman No. 1 여과지 위에서 여과, 세척하였다. 이 액을 감압건조시키고 5 mL 초순수로 정용하고 0.45 µm membrane filter로 여과하여 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과시켜 색소와 고분자 물질을 제거한 다음 HPLC(Young In HPLC 9500 system)로 분석하였다. 이때 HPLC분석조건은 column; RFZEX RPM monosaccharide 30 × 7.80 cm, column temperature; 75°C, solvent; H<sub>2</sub>O, flow rate; 0.5 mL/min., detector; RID-6A detector, injection volume; 20 µL이었다.

**유기산**

Turkelson과 Richard<sup>(16)</sup> 및 Busling 등<sup>(17)</sup>의 방법에 따라 실시하였으며 착즙액 4 mL를 감압건조시키고 여기에 14% BF<sub>3</sub>/methanol 용액 2 mL를 가하여 80°C에서 30분간 반응시켜 methylation 시킨 후 여기에 포화 ammonium sulfate와 chloroform 4 mL를 가하여 methyl ester층을 chloroform층으로 이행시키고, 소량의 무수 sodium sulfate를 가하여 탈수시킨 다음 0.5 µL를 GC에 주입하여 분석하였다. 이때 분석조건은 DB-FFAP(0.53 mm × 30 m) column을 사용하였고 100°C에서 5분간 유지한 후 220°C에서 4°C/min 승온하였으며, injection 및 detector 온도는 230°C 및 250°C로 하였으며 N<sub>2</sub>의 유량은 20 mL/min로 분석하였다.

**Polyphenol 함량**

한국산 배 신고 1 kg을 과육, 과피 및 과심부분으로 나누어 Gomez와 Mattinz<sup>(18)</sup>의 방법에 따라 60% acetone을 가하여 실온에서 24시간 추출한 후 3000 rpm에서 30분간 원심분리하여 상정액과 침전물을 얻었고 이 침전물은 다시 60% acetone을 가하고 위와 같은 추출 과정을 4회 반복한다. 각각의 상정액을 모아 농축 여과하여 chlorophyll을 제거하고 2 L의 농축물로 만든 후 acetone 추출물로서 분획을 위한 시료로 하였다. 배에서 추출한 각 분획물 50 mg에 5 mL를 첨가하고 2시간동안 진탕한 후 원심분리 1,690 × g에서 30분간 원심분리한 다음 이 과정을 3회 반복하여 얻은 상정액을 UV/vis. spectrophotometer로 200~400 nm 파장에서 최대 흡광도 분포를 조사하였다.

**Polyphenol의 분획**

배의 생리활성물질의 하나인 polyphenol 분리는 Fig. 1과

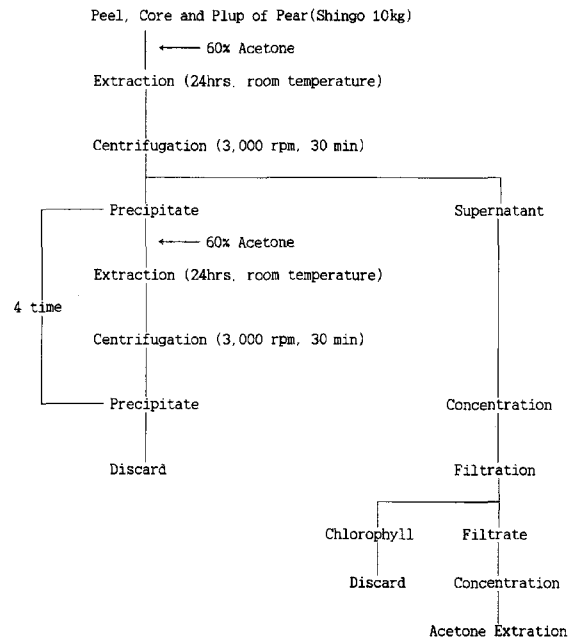
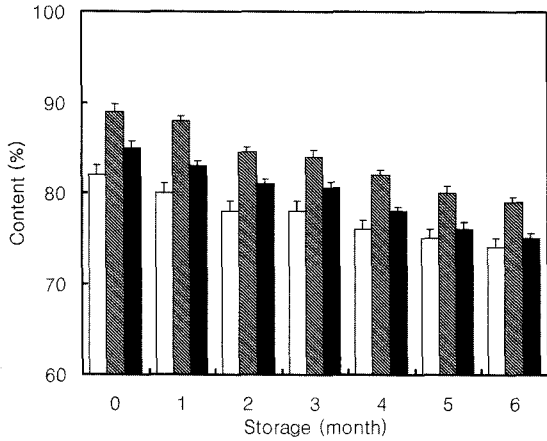


Fig. 1. A procedure for polyphenol extraction of pear.

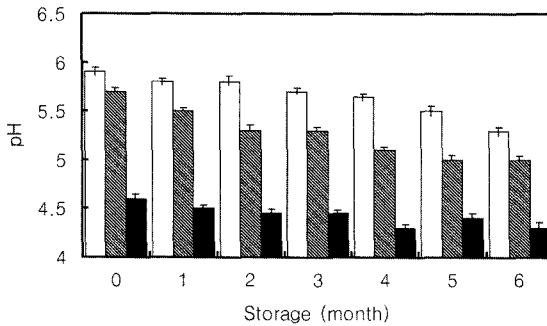
같이 6개월 동안 저장한 매월 15일째의 배 10 kg을 60% acetone을 가하여 실온에서 24 시간 추출한 후 1,690 × g, 30 분간 원심분리하여 상정액과 침전물을 얻었고 이 침전물은 다시 60% acetone을 가하고 위와 같은 추출 과정을 4회 반복하였다. 각각의 상정액을 모아 농축 여과하여 chlorophyll을 제거하고 2 L의 농축물로 만든 후 acetone 추출물로서 분획을 위한 시료로 하였다. MCI-gel CHP 20P에 의한 분리는 MCI-gel은 다공성 polystyren gel로서 흡착성을 이용하여 용출용매는 일반적인 reverse phase type으로 메탄올 0%에서 100%까지 구배용출시켜 polyphenol 유무는 TLC 상에서 확인하였다. Octadecyl silica gel(ODS)에 의한 분리는 알칼리화된 silica gel로서 본 실험은 Bondapak C18, Fuji-gel ODS G3, Cosmosil 75 C18-OPN을 주로 사용하였고 추출 용매로서는 메탄올 0%에서 100%까지 구배용출 하였다. Toyoperal HW 40(TSK gel)에 의한 분리는 친수성 vinylpolymer로서 본 실험에서는 30~60 µm 입자 크기의 fine을 사용하였고 용출 용매로서는 메탄올 0%에서 100%까지, 아세톤 0%에서 100%까지 사용하여 구배용출 하였다.

**항산화력 측정**

TBARS(thiobarbitutric acid reactive substances)는 Buege 등<sup>(19)</sup>의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 1 mL 반응혼합물이 채워진 시험관을 37°C water bath에서 1 시간 반응시킨 후 반응이 종료되면, 50 µL BHT(butylated hydroxytoluene) 7.2%를 시료에 가하여 산화반응을 정지시켰다. 정지시킨 반응 혼합물에 2 mL TCA(trichloroacetic acid)/TBA 시약을 가하여 혼합한 후, 15분간 가열시키고, 냉각한 뒤 2,000 × g에서 10 분간 원심 분리하였다. 상정액을 531 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 공시료는 증류수를 이용하였고, TBARS 값은 반응 혼합물 mL에 대해서 mg malondialdehyde(MDA)로 표시하였다.



**Fig. 2. Changes of moisture contents in pear during storage at 4°C.**  
□: Peel, ▨: Pulp, ■: Core.



**Fig. 3. Changes of pH in pear during storage at 4°C.**  
□: Peel, ▨: Pulp, ■: Core.

**결과 및 고찰**

**수분함량 및 pH변화**

배를 7 개월 동안 저장하였을 때 과피, 과육 및 과심부분의 수분의 함량 및 pH의 변화는 Fig. 2와 3과 같다. 과피, 과육 및 과심부분의 수분함량은 저장기간이 증가할수록 수분함량이 감소하였고 특히 과피부분의 수분감소율이 제일 많았다. 배의 저장기간의 pH변화는 저장기간이 길수록 pH가 감소하였으며 과육의 pH의 변동이 과피 및 과심부분보다 높았다. 고 등<sup>(20)</sup>은 상온에서 장기간 저장시 증산작용이 심하여 산 함량의 감소가 심하고 저온저장에서는 산 함량의 감소가 장기간에 비하여 크지 않았다고 보고한 결과와 비슷하였다.

**유리당 함량의 변화**

배의 저장기간 동안 과피, 과육 및 과심부분의 유리당 함량의 변화는 Table 1에서 보는 바 같이 fructose, glucose 및 sucrose의 3 종류당이 검출되었고, 그 중 fructose의 함량이 가장 많았다. 과피, 과육 과심부분의 유리당의 함량의 변화로 저장기간이 증가할수록 유리당의 함량이 증가하였으며 특히 sucrose의 함량은 과육부분에도 저장기간동안 검출되지 않았고 과심에서는 저장 2개월부터 검출되어 그 함량은 약간씩 증가하였다. 이 등<sup>(21)</sup>의 실험에서는 maltose가 검출되었으나 본 실험에서는 검출되지 않았으며 최 등<sup>(22)</sup>은 저장기간이

**Table 1. Composition of free sugars in pear during storage at 4°C (%)**

Storage time (month)	Part of pear	Fructose	Glucose	Sucrose
0	Peel	6.72	1.26	0.38
	Pulp	7.09	1.43	-
	Core	5.68	1.33	-
1	Peel	7.41	1.35	0.46
	Pulp	7.26	2.88	-
	Core	5.83	1.85	0.09
2	Peel	7.92	1.82	0.47
	Pulp	8.26	2.94	-
	Core	6.28	2.97	0.10
3	Peel	8.06	1.88	0.51
	Pulp	8.58	3.06	-
	Core	6.49	2.38	0.11
4	Peel	8.67	2.34	0.56
	Pulp	8.81	3.37	-
	Core	6.69	2.54	0.13
5	Peel	8.68	2.41	0.58
	Pulp	8.92	3.46	-
	Core	7.21	2.67	0.18
6	Peel	8.72	2.46	0.60
	Pulp	9.03	3.58	-
	Core	7.36	3.06	0.23

증가함에 따라 배 조직 내 다당류나 이당류인 sucrose의 분해에 의한 단당류의 생성에 기인하는 것과 같은 것으로 생각된다.

**유기산의 함량 변화**

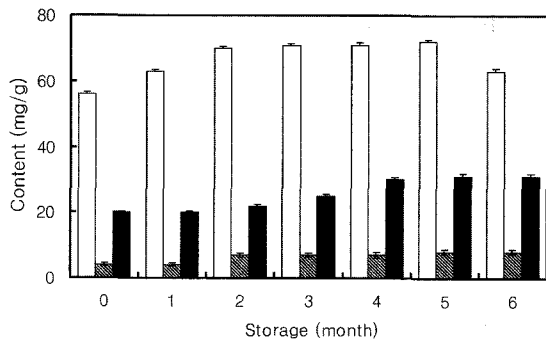
배의 저장에 따른 과피, 과육 및 과심부분의 유기산의 함량의 변화는 Table 2과 같다. 배의 휘발성 유기산에는 citric acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid의 4종류의 휘발성유기산이 검출되었고 과육에는 succinic acid 함량이 제일 많았으며 저장기간 동안 차차 감소하였다. 과피에는 fumaric acid의 함량이 제일 많았으며 저장기간동안 차차 감소하여 5 개월 후에는 약 67.6% 감소하였다. 과심부분의 휘발성 유기산에는 malic acid의 함량이 제일 많았으며 저장기간 중 점차 그 함량이 증가하는 것이 특이하였다. Citric acid의 함량의 변화로 과피에는 함유되어 있지 않았으나 과육 및 과심에서 저장기간 중 그 함량이 점차 증가하였다. 최 등<sup>(22)</sup>은 배의 주요유기산은 malic acid와 citric acid의 함량이 비슷하게 많았으나 본 실험에서는 succinic acid 함량이 제일 많았다.

**Polyphenol 함량변화**

배의 과피, 과육 및 과심 부분의 저장에 따른 polyphenol 함량의 변화는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 대조구가 저장 1 개월에서 배의 과피, 과육 및 과심부분의 polyphenol 함량은 각각 62.38, 3.67 및 20.14 mg/g이었으나 저장 6개월에서는 73.18, 3.04 및 32.80 mg/g으로 증가하였다. 특히, 과심부분의 함량이 38.59%으로 증가하였다. George와 Wrolstad<sup>(23)</sup>는 서양

**Table 2. Composition of organic acid in pear during storage 4°C (mg/100 mL)**

Storage time (month)	Part of pear	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Fumaric acid
0	Peel	-	322.9	3519.4	558.0
	Pulp	44.6	278.4	752.8	337.9
	Core	274.2	204.0	1089.8	17.3
1	Peel	-	310.5	3427.5	477.0
	Pulp	46.9	264.9	692.4	292.4
	Core	283.3	214.9	1113.8	17.0
2	Peel	-	302.9	3267.9	423.8
	Pulp	49.5	246.9	533.8	276.5
	Core	291.6	219.0	1256.5	16.5
3	Peel	-	299.6	3182.5	273.2
	Pulp	51.0	243.0	482.2	243.3
	Core	291.7	284.0	1392.5	17.7
4	Peel	-	291.7	3001.6	180.8
	Pulp	65.1	225.1	324.4	380.7
	Core	334.1	384.0	1475.8	14.6
5	Peel	-	289.6	2986.1	168.2
	Pulp	66.2	224.8	480.8	385.8
	Core	34.1	394.1	1479.2	14.2
6	Peel	-	276.3	2980.3	162.7
	Pulp	69.3	224.0	462.2	390.1
	Core	341.6	394.8	1502.9	14.0

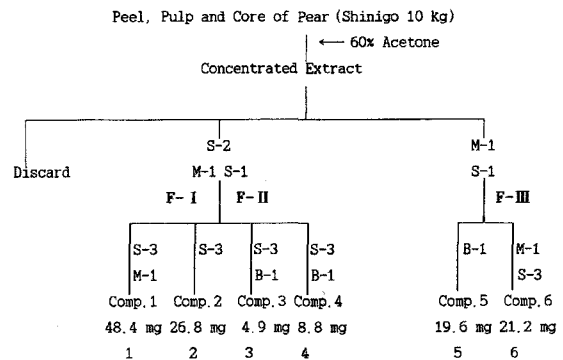


**Fig. 4. Changes of polyphenols in pear during storage 4°C.**  
□: Peel, ▨: Pulp, ■: Core

배 과즙의 저장 중 총 polyphenol 함량이 본 실험에 사용한 배 품종인 신고 보다 높았다.

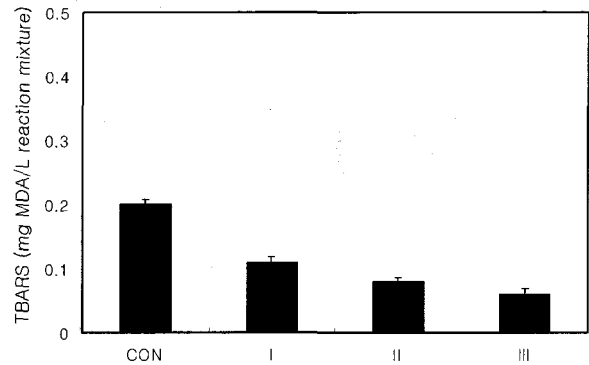
**Polyphenol 화합물의 분리**

배의 추출물을 Sephadex G-50에 의한 분획결과 Fig. 5와 같이 polyphenol류 분리방법에 의하여 분리하였다. F-1, F-2, F-3의 fraction으로 분획 한 후 F-1 fraction에서 생물 1~2가지 2종류의 화합물이, F-2 fraction에서는 compounds 3, 4 화합물, F-3-fraction에서는 compounds 5와 6 화합물을 분리하였다. 각 compound를 TLC상에서 확인한 결과 polyphenol 화합물을 FeCl<sub>3</sub>와 anisaldehyde 용액으로 분무시킨 결과 각각 청색과 갈색반응을 나타내었으므로 proanthocyanidin 계통으



gel	solvent
M : MCI gel CHP-20	1. MeOH → H <sub>2</sub> O (0:1→1:0)
S : Sephadex LH-20	2. EtOH → Water (5%→40%)
B : Bondapak C <sub>1</sub>	3. MeOH (60%)
Prep : Prep-PAK 500/C <sub>1</sub>	4. MeOH (60%→80%)
Fu : Fuji-gel ODS G3	

**Fig. 5. A procedure for isolation of polyphenol from peel, pulp and core of pear.**

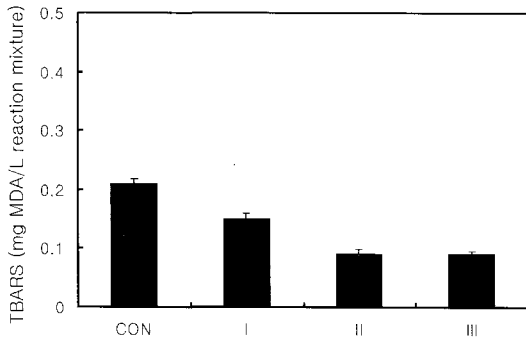


**Fig. 6. Effect of lipid oxidation on polyphenol fraction I, II and III from peel and core of pear cottonseed oil.**  
CON: Only cottonseed oil, I: Polyphenol fraction I extracted from peel and core of pear, II: Polyphenol fraction II extracted from peel and core of pear, III: Polyphenol fraction III extracted from peel and core of pear.

로 추정하게 되었다. 실험에서 Sephadex LH-20 gel에 H<sub>2</sub>O와 methanol 혼합용액의 농도 변화를 용출한 결과 methanol 30%에서 흡착성이 약한 proanthocyanidin류가 보이기 시작하여 90% methanol에서 거의 모든 화합물이 용출되는 것으로 확인되었다.

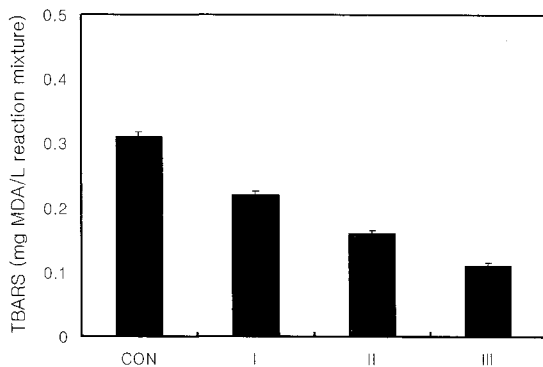
**Polyphenol의 항산화효과**

배로부터 분획된 polyphenol 화합물들이 cottonseed oil, linseed oil 및 fish oil에 있어서 항산화성에 미치는 영향을 실험한 결과는 다음과 같다. 면실유(Fig. 6)에 있어서는 대조군이 0.21 ± 0.006 mg MDA/L인 반면 배의 polyphenol 화합물 I은 0.11 ± 0.008, II는 0.084 ± 0.009 mg MDA/L이었으며 III은 0.082 ± 0.003으로 대조군에 비하여 높은 유의성(P<0.001)을 나타내었다. 아마인유(Fig. 7)와 0.001(P<0.001)로 항산화



**Fig. 7. Effect of lipid oxidation on polyphenol fraction I, II and III from peel and core of pear by linseed oil.**

CON: Only fish oil, I: Polyphenol fraction I extracted from peel and core of pear, II: Polyphenol fraction II extracted from peel and core of pear, III: Polyphenol fraction III extracted from peel and core of pear.



**Fig. 8. Effect of lipid oxidation on polyphenol fraction I, II and III from peel and core of pear by fish oil.**

CON: Only fish oil, I: Polyphenol fraction I extracted from peel and core of pear, II: Polyphenol fraction II extracted from peel and core of pear, III: Polyphenol fraction III extracted from peel and core of pear.

작용이 있는 것으로 나타났으며, fraction II에서는  $0.092 \pm 0.007$  ( $P < 0.001$ ),  $0.102 \pm 0.001$  ( $P < 0.001$ )로 나타났다. 또한 fraction III은 아미노유에 대한 항산화는  $0.092 \pm 0.006$  ( $P < 0.001$ ), fish oil에서는  $0.1 \pm 0.003$  mg MDA/L로 나타나 오일의 종류에 대하여 그 외의 polyphenol 화합물들이 매우 높은 항산화력을 갖는 것으로 나타났다(Fig. 8). 이러한 결과는 Terada 등<sup>(24)</sup>은 항산화력의 주된 원인이 polyphenol 화합물이라는 것과 비슷한 결과를 나타내었다.

## 요 약

한국산 배의 부가가치 제고를 위한 가공제품 다양화 기술을 개발할 목적으로 저장기간에 따른 polyphenol 화합물의 함량, 유리당, 유기산 등 기능적 특성을 나타내는 성분 변화를 조사하고 polyphenol 화합물의 항산화 효과를 조사하였다.

배의 과피, 과육 및 과심 부분의 polyphenol 함량의 변화는 저장 기간동안 차차 증가하였으며 과심부분의 함량이 25.7%로 증가하였다. 배의 저장기간의 pH 변화는 저장기간이 길수록 감소하였으며 유리당은 fructose, glucose 및 sucrose의 3 종류의 당이 검출되었고 저장기간이 증가할수록

그 함량은 증가하였다. 배의 휘발성 유기산은 citric acid, malic acid, succinic acid 및 fumaric acid의 4 종류가 검출되었고 과육에는 succinic acid가 제일 많았으며 저장 5 개월 후로부터 차차 감소하였다. 또한 면실유, 아미노유 및 어유에 대한 배의 polyphenol 화합물의 항산화 효과는 대조군에 비하여 모든 실험군에서 항산화 효과가 높았다.

## 감사의 글

이 연구는 1999년도 농림부 첨단기술 개발 사업과제(NO. 104320)에 의하여 연구비를 지원받아 수행하였으므로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Yu, T.J. Sikipumbogam. p.166. Munundang, Seoul (1989)
2. Fisher, R.B. and Bennett, A.B. Role of cell wall hydrolase in fruit ripening. *Ann. Rev. Plant Mol. Biol.* 42: 675-703 (1991)
3. Sharma, A. and Sehgal, S. Effect of domestic processing, cooking and germination on the trypsin inhibitor activity and tannin content of faba. *Plant Food Human Nutr.* 42: 127-231 (1992)
4. Spanos, G.A. and Wrolstad, R.E. Phenolics of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1478-1487 (1992)
5. Okuda, T., Yoshida, T. and Ashida, M. Tannins of medicinal plants and drugs. *Heterocycles* 16: 1618-1622 (1981)
6. Namba, T., Tsunozuka, Y., Nunome, S., Takeda, T., Kakiuchi, Y.Z. Kobayashi, K., Takagi, S. and Hattori, M. Studies on dental caries prevention by traditional chinese medicines (part iv). Screening of crude drugs for anti-plaque action and effect of artemisia capillaris spikes on adherence of *Streptococcus mutans* to smooth surface and synthesis of glucan by glucosyltransferase. *Shoyakugaku Zasshi* 38: 253-257 (1984)
7. Lee, D.S., Woo, S.K. and Yang, C.B. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 4: 123-139 (1975)
8. Kim, Y.H. Study on protease of pear. *Samyuk Univ. Res. Reports* 18: 282 (1986)
9. Park, H.J., Rhim, J.W. and Lee, H.Y. Edible coating effects on respiration rate and storage life of fugu apples and Shingo pear. *Food Sci. Biotechnol.* 5: 59-63 (1996)
10. Park, N.P., Choi, Y.H. and Lee, O.M. Study on the storage of pear (II). The effect of polyethylene film packaging and CO<sub>2</sub> shock on the storage of pear. *Korean J. Soc. Hort. Sci.* 7: 21-25 (1970)
11. Montgomery, M.W. and Petroparkis, H.J. Inactivation of bartlett pear polyphenol oxidase with heat in the presence of ascorbic acid. *J. Food Sci.* 45: 1090-1091 (1980)
12. Sapers, G.M. and Douglas, Jr. F.W. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. *J. Food Sci.* 52: 1258-1252 (1987)
13. Kang, Y.H., Sohn, T.H. and Choi, J.U. Isolation, purification and some preparation of polyphenol oxidase from pear. *Agric. Res. Bull. Kyung-Book Natl. Univ.* 4: 55-64 (1986)
14. AOAC. Official Methods Analysis. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1984)
15. Michack, L.R., Sebastiano, C.C., Brando, J. and Charles, M.S. Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by high performance liquid chromatography. *J. Agri. Food Chem.* 29: 14-20 (1981)
16. Turkelson, V.T. and Richards, M. Separation of the citric acid cycle acids by liquid chromatography, *Anal. Chem.* 50: 1420-1429 (1978)
17. Buslig, B.X., Wilson, C.W. and Shaw, P.E. High-performance liq-

- uid chromatographic separation of carboxylic acids with anion-exchange and reverse-phase columns. *J. Agric. Food Chem.* 30: 342-345 (1982)
18. Gomez, F. and Mattinez, A. Prevention of oxidative browning during wine storage. *Food Res. Int.* 28: 213 (1995)
19. Buege, J.A. and Aust, S.D. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymol.* 105: 302 (1978)
20. Ko, J.S., Yang, S.H. and Kim, S.H. Cold storage of citrus unshiu Marc. var. okitsu produced in Cheju. *Korean J. Postharvest Sci. Technol, Agri. Products* 3: 105-111 (1996)
21. Lee, D.S., Woo, S.K. and Yang, C.B. Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* 4: 134-139. (1972)
22. Choi, J.H., Kim, K.Y. and Lee, J.C. Effect of pre-pressing condition on quality of pear juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 827-831 (1998)
23. George, A.S. and Wrolstad, R.E. Influence of variety, maturity, processing, and storage on the phenolic composition of pear juice. *J. Agric. Food Chem.* 38: 817-824 (1990)
24. Terada, S., Maeda, Y., masui, T., Suzuki, Y. and Ina, K. Comparison of caffeine and catechin components in infusion of various tea (Green, Oolong and black tea) and tea drinks. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34: 20-25 (1987)

---

(2002년 4월 26일 접수; 2003년 1월 10일 채택)