

뽕은감에서 분리한 탄닌성분의 기능적 특성

서지형 · 정용진 · 김광수*

경북과학대학 전통발효식품과, *영남대학교 식품영양학과

Physiological Characteristics of Tannins isolated from Astringent Persimmon Fruits

Ji-Hyung Seo, Yong-Jin Jeong and Kwang-Soo Kim*

Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science

*Department of Food and Nutrition, Yeungnam University

Abstract

This study was determined protein reaction, antioxidative activity, nitrite scavenging ability and antimicrobial activity of tannins isolated from astringent persimmon fruits. Tannins extracted from green persimmon fruits reacted highly with BSA(bovine serum albumin). Reactions between tannins and BSA were more active when contents of tannin were higher than that of BSA. Antioxidative abilities of green persimmon tannin were comparable to that of BHT(butylated hydroxytoluene). Green persimmon tannins exhibited remarkable nitrite-scavenging activity. Different antimicrobial activities of persimmon tannins were observed depending on the maturity. The growth of *V. parahaemolyticus* and *E. coli* were highly inhibited by the addition of persimmon tannins. Tannins from soft persimmon did not have antimicrobial activities against *B. subtilis* and *S. typhimurium*.

Key words : astringent persimmon, tannin, physiological characteristics

서 론

식물성 탄닌은 수용성이며 그 수용액은 혀의 점막 단백질을 응고시켜 강한 삼미(滋味)를 느끼게 하여 식품의 고유한 맛을 부여하고 기호성에 영향을 미친다. 또한 탄닌은 산화·환원 반응의 기질로 작용하여 적갈색이나 흑색을 나타내어 식품의 색상에 영향을 미치며, 단백질과 소수성결합 및 수소결합을 통한 복합체를 형성하여 식품내에 함유된 단백질의 정상적인 이용을 방해한다⁽¹⁾. 근래에는 탄닌성분의 항균, 항산화, 항종양작용 및 중금속제거능 등 유용한 생리활성이 보고되어 상당한 관심을 모으고 있다. 녹차에서 분리한 탄닌성분은 세균증식을 억제하며 비타민 E의 상승효과 및 고혈압과 통풍 치료에 효능이 있으며⁽²⁾, 미모사 탄닌⁽³⁾은 Cr^{6+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} 와의 결합능을 나타내어 식품의 안정성에 기여할 수 있는 것으로 보고되었다.

감과실은 미숙과일 때는 어느 품종이건 탄닌세포에 함유된 수용성 탄닌에 의해 삼미를 나타내지만, 과실의 성숙으로 탄닌함량은 점차 감소해서 생육중 탈삼되는 것을 단감이라 하고 그렇지 않은 것을 뽕은감이라 한다. 뽕은감은 탄닌성분에 의한 강한 뽕은 맛을 나타내기 때문에 단감에 비해서 기호도가 떨어지며 탈삼후 생과로 일부 이용되거나 연시 혹은 꽃감으로 소비되고 있다. Kaki tannin 혹은 shibuol이라고 불리기도 하는 감의 탄닌성분은 proanthocyanidin polymer로 구성된 축합형 탄닌으로 분류되며 양조과정에서 deproteinizing agent로 일부 이용되어 왔다⁽⁴⁻⁵⁾. 최근 감잎에서 분리한 탄닌의 항돌연변이 효과⁽⁶⁾가 보고되었으며 탄닌성분을 함유한 감과즙인 kakishibu를 이용한 중금속 제거효과⁽⁷⁾ 등도 연구되어, 뽕은감 탄닌성분의 기능적 활용 가능성을 추측해 하고 있다.

이에 본 연구는 뽕은감 탄닌성분의 이화학적·기능적 특성을 조사하기 위해서 감과실의 숙도에 따라 탄닌성분을 분리하여 단백질 반응성, 항산화능, 아질산염 제거능 및 미생물의 생육에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

Corresponding author : Ji-Hyung Seo, Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilok, Kyongbuk, 718-850, Korea

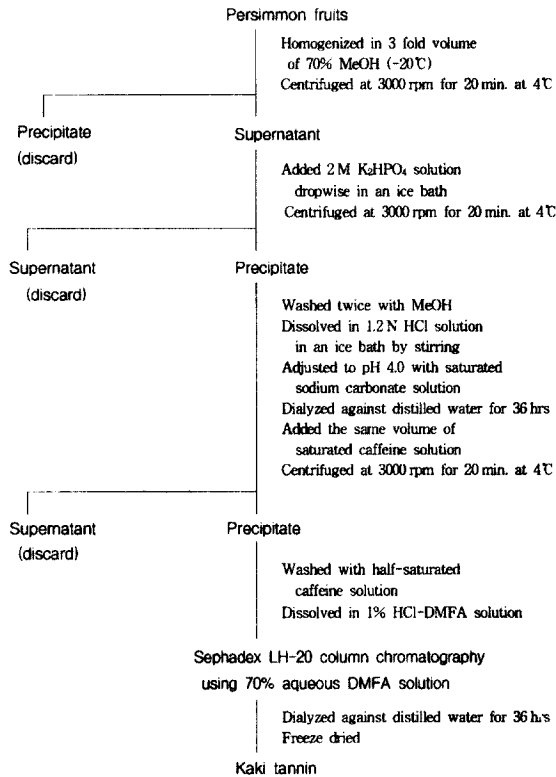


Fig. 1. Flow chart for isolation of tannins from astringent persimmon fruits.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 이용된 감과실은 경북 청도군에서 재배한 반시(*Diospyros kaki*, T. 품종)으로써 개화 105~110일의 녹숙감과, 개화 155~160일의 완숙감 및 완숙감을 알콜농도 50% 이상, 25°C에서 1주일간 탈삼한 연시로 구분하여 실험하였다.

가용성 탄닌의 추출·분리

Matsuo의 방법⁽⁸⁾에 따라 Fig. 1의 과정으로 행하였다. 즉 일정량의 과육에 3배의 70% methanol용액(-20°C)을 가하여 마쇄한 후 여과하고, 잔사는 다시 2회 반복 추출하였다. 추출한 여액을 모두 합하여 2 M K₂HPO₄ 용액을 소량 가한 다음 3000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 잔사는 methanol로 세척해서 1.2 N HCl용액에 녹인 후 탄산나트륨 포화용액을 가하여 pH4.0으로 중화시킨 다음 36시간 투석하였다. 투석액은 동일량의 caffeine 포화용액을 가하여 3000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 분리된 잔사는 1% HCl-

dimethylformamide용액에 녹여 sephadex LH-20 column에 주입하여 70% DMFA(dimethylformamide) 용액으로 전개시킨 다음 증류수로 다시 투석후 동결 건조하여 시료로 사용하였다.

탄닌과 단백질의 반응에 따른 탁도 측정

Yokotsuka 등⁽⁹⁾의 방법을 이용해서, 0.5 ml 탄닌용액(1 mg/ml)에 0.5 ml BSA(2 mg/ml) 용액을 넣은 다음 3 ml acetate buffer(0.01 M, pH 3.0)를 가하여 3시간 반응시킨 후 vortex mixer로 30초간 혼합하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 tannin과 BSA의 반응에 의한 탁도 형성값은 tannin-buffer solution과 BSA-buffer solution에서 형성된 흡광도를 뺀 수치로 하였다. 탄닌의 함량에 따른 변화는 0.5 ml 탄닌용액(1 mg, 10 mg, 20 mg, 30 mg/ml)에 0.5 ml BSA용액(30mg/ml)과 3 ml acetate buffer(0.01 M, pH 3.0)를 가한 다음 30°C에서 3시간 반응시킨 후 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 또한 단백질의 함량에 따른 변화는 0.5 ml 탄닌용액(30 mg/ml)에 0.5 ml BSA(1 mg, 10 mg, 20 mg, 30 mg/ml)용액과 3 ml acetate buffer(0.01 M, pH 3.0)를 가해서 동일한 방법으로 분석하였다.

항산화능의 측정

시험관에 100 µl linoleic acid ester와 50 µl 탄닌용액(30 mg/50 µl)을 넣고 50°C incubator에서 경시적으로 산화를 촉진시킨 다음 35 ml chloroform-acetic acid(2:3, v/v)용액에 용해시켜 POV를 측정하였다⁽¹⁰⁾. 대조군으로 ascorbic acid와 butylated hydroxytoluene(BHT)을 각각 30mg씩 취해 시료와 동일한 과정으로 처리하여 분석하였다.

아질산염 제거능의 측정

아질산염 제거능은 Gray 등의 방법⁽¹¹⁾에 따라 1 ml NaNO₂ 용액(1 mM)에 50 µl 탄닌용액(1 mg, 10 mg, 30 mg/50 µl)을 첨가하고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)용액과 0.2 M citrate buffer(pH 4.2)를 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0 및 4.2로 조정한다. 다음 10 ml로 정용하였다. 반응액은 37°C water bath에서 1시간동안 반응시킨 후 각각 1.0 ml를 취하고 여기에 2% acetic acid 용액을 5 ml 첨가한 다음 Griess시약 0.4 ml를 가하여 상온에서 15분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 제거된 아질산염 백분율(%)로 나타내었다.

항균성 측정

항균성 측정은 경북과학대학에서 보관중인 Table 1

Table 1. List of strains used for antimicrobial activity test

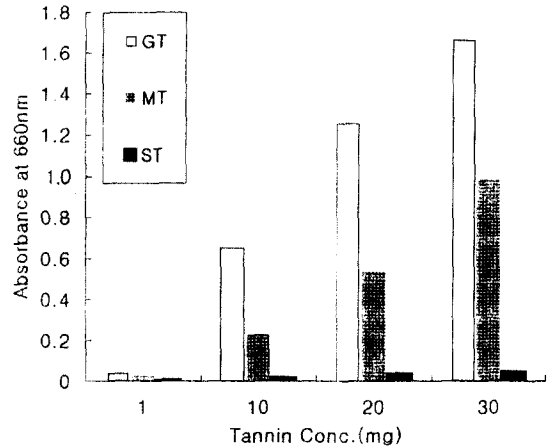
Gram positive	
<i>Bacillus subtilis</i>	(ATCC 27348)
<i>Bacillus cereus</i>	(KCTC 1021)
<i>Staphylococcus aureus</i>	(KCTC 1916)
Gram negative	
<i>Escherichia coli</i>	(ATCC 11105)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	(ATCC 17802)
<i>Salmonella typhimurium</i>	(KCTC 14028)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	(KCTC 1645)

의 균주를 이용해서 paper disc법⁽¹²⁾으로 행하였다. 즉 먼저 2% agar가 함유된 생육배지를 petridish에 얇게 펴고, 그 위에 균주 20 µl를 접종한 0.75% agar가 함유된 생육배지 2.5 ml를 증충하여 표면을 건조시킨 후 사용하였다. 각각의 시료용액은 0.45 µm membrane filter(Millipore Co., USA)로 여과하여 제공하였다. 제균된 시료용액은 멸균된 8 mm filter paper disc에 30 µl(2 mg/disc)씩 흡수시킨 후, 추출용매를 완전히 휘발시킨 다음 시험용 평판배지위에 놓아 밀착시켰다. Paper disc를 밀착시킨 각각의 배지는 30°C의 incubator에서 36시간 배양하여 저해환의 직경을 측정하였다. 이때 *V. parahaemolyticus*를 제외한 Table 1의 균주는 nutrient broth배지를, *V. parahaemolyticus*는 3% NaCl을 첨가한 nutrient broth배지를 이용하였다.

결 과

단백질 반응성

Table 2는 온도변화에 따른 탄닌의 단백질 반응성을 탁도를 이용해서 조사한 결과이다. 단백질 반응성은 온도가 높을수록 증가하는 경향을 보였으며, 각 온도에서 녹숙감의 탄닌이 가장 높았고 그 뒤로 완숙감의 탄닌, 연시 탄닌 순이었다. 연시 탄닌은 녹숙기·완숙기 탄닌에 비해서 단백질 반응성이 매우 낮았다. Fig. 2

**Fig. 2. Changes of turbidity on BSA-persimmon tannin mixtures as affected by the tannin content.**

GT; Tannins extracted from green persimmon fruits
MT; Tannins extracted from mature persimmon fruits
ST; Tannins extracted from soft persimmon fruits

와 3은 탄닌과 단백질의 함량에 따른 반응성을 조사한 결과이다. 탄닌의 함량 증가 및 BSA의 함량 증가로 탄닌과 BSA간 상호작용이 증대되는 것으로 나타났다. 증가 경향에는 차이가 있었다. 일정량의 BSA에 탄닌의 함량을 증가시켜 반응한 경우(Fig. 2)에는 탄닌의 함량이 증가함에 따라 점진적으로 탁도가 증가하였다. 하지만 이와 반대로 일정량의 탄닌에 BSA의 함량을 증가시킨 경우(Fig. 3)에는 BSA 함량이 10 mg이상이 되면 앞서 Fig. 2에 비해서 탁도의 증가폭이 작았다.

항산화능

Fig. 4는 탄닌성분의 항산화능을 알아보기 위해서 POV를 측정한 결과이다. 시료를 처리하지 않은 무처리군은 시간의 경과에 따라 기질인 linoleic acid ester의 산화로 뚜렷한 POV 증가를 나타내었으며, ascorbic acid를 처리한 경우에는 1주일이 경과할 때까지 POV

Table 2. Turbidity(A_{660}) caused by the interaction between persimmon tannins and BSA as affected by temperature

Group	Temperature			
	4°C	25°C	30°C	40°C
GT ¹⁾	0.425 ± 0.006 ⁴⁾	0.430 ± 0.003	0.431 ± 0.004	0.543 ± 0.007
MT ²⁾	0.330 ± 0.003	0.344 ± 0.010	0.346 ± 0.011	0.456 ± 0.011
ST ³⁾	0.031 ± 0.005	0.035 ± 0.003	0.038 ± 0.002	0.102 ± 0.004

¹⁾GT: tannins extracted from green persimmon fruits,

²⁾MT: tannins extracted from mature persimmon fruits,

³⁾ST: tannins extracted from soft persimmon fruits,

⁴⁾Mean ± S.D.

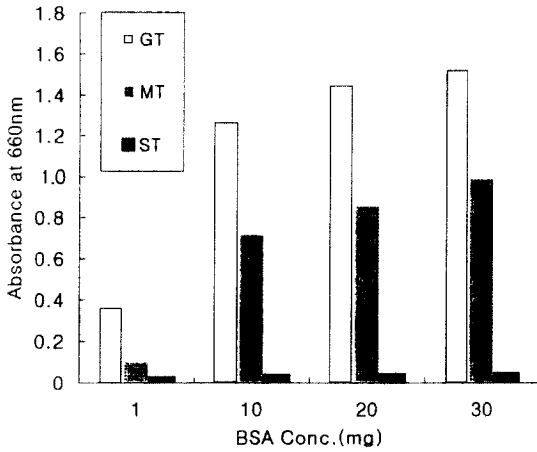


Fig. 3. Changes of turbidity on BSA-persimmon tannin mixtures as affected by BSA content.
 GT; Tannins extracted from green persimmon fruits
 MT; Tannins extracted from mature persimmon fruits
 ST; Tannins extracted from soft persimmon fruits

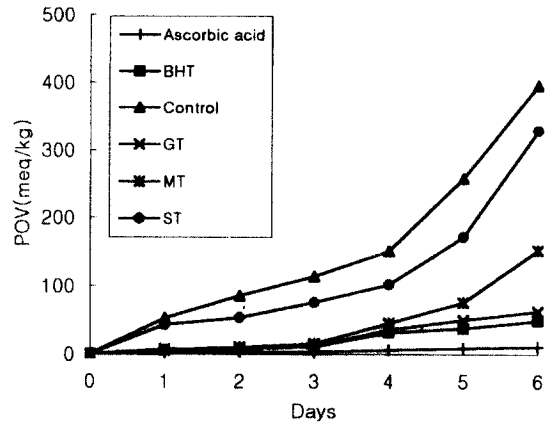


Fig. 4. Antioxidative activity of tannins extracted from persimmon fruits.
 GT; Tannins extracted from green persimmon fruits
 MT; Tannins extracted from mature persimmon fruits
 ST; Tannins extracted from soft persimmon fruits

가 매우 낮게 유지되었다. 녹숙기, 완숙기 탄닌의 경우 첨가후 3일이 경과할 때까지 BHT처리구와 더불어 POV 수치가 낮았으나, 그 이후에는 점차 증가하는 경향을 보였으며 완숙기 탄닌은 녹숙기 탄닌에 비해서 항산화능이 떨어졌다. 연시탄닌은 처리후 무처리구와 함께 POV의 지속적인 증가를 보였다. 여 등⁽¹³⁾에 따르면 다류에 함유된 catechin류는 높은 항산화작용을 가지며, 이들은 tocopherol이나 BHT와의 상승효과도 있다. Nose와 Fujino⁽¹⁰⁾는 아보카도 과피의 높은 항산화능은 탄닌성분인 epicatechin에서 비롯되며 녹숙과에 비해 완숙과의 항산화능이 높은 것은 녹숙과에는 epicatechin보다 chlorogenic acid가 주된 구성성분인 것에 기인한다고 하여, 탄닌성분에 따라 항산화능에 차이가 있음을 보여주었다. Matsuzaki와 Hara⁽¹⁴⁾도 녹차 탄닌성분의 항산화능에 대한 연구에서 epigallocatechin

이나 epigallocatechingallate와 같은 pyrogallol형 화합물이 epicatechin이나 epicatechingallate 등의 catechol형 화합물보다 항산화능이 크다고 보고하고, 탄닌성분에 있어서 항산화능은 구조적 형태에 영향을 받는다고 보고하였다. 이상의 보고를 종합할 때 감과실의 숙도에 따라 탄닌의 구성성분이나 구조에 변화가 야기되어 연시 탄닌에서 항산화능에 차이를 나타낸 것으로 생각된다.

아질산염 제거능

Table 3은 pH에 따른 탄닌성분의 아질산염 제거작용을 조사한 결과이다. pH가 낮을수록 아질산염 제거능은 높게 나타났으며 녹숙기 탄닌의 경우 pH 1.2에서 30 mg처리시 100%에 가까운 아질산염 제거능을 보였다. 완숙기 탄닌도 비교적 높은 제거능을 나타내었으나, 연시탄닌은 녹숙기, 완숙기 탄닌에 비해서 전반적으로 아질산염 제거작용이 매우 낮았다. Fox와

Table 3. Nitrite scavenging ability by persimmon tannins at various pH conditions (%)

Group*	pH 1.2			pH 3.0			pH 4.2		
	1mg	10mg	30mg	1mg	10mg	30mg	1mg	10mg	30mg
A ¹⁾	91.36 ± 1.04 ⁵⁾	95.26 ± 1.31	98.62 ± 1.14	34.31 ± 3.37	92.16 ± 2.60	95.98 ± 0.16	17.43 ± 0.97	85.25 ± 0.97	94.61 ± 0.35
GT ²⁾	96.43 ± 1.70	97.08 ± 0.46	98.65 ± 0.44	56.8 ± 4.01	96.33 ± 0.60	97.07 ± 0.38	9.22 ± 0.27	58.40 ± 2.49	84.42 ± 3.79
MT ³⁾	82.72 ± 2.11	86.12 ± 1.51	93.91 ± 0.32	54.00 ± 2.90	94.21 ± 0.81	95.03 ± 1.08	0.64 ± 0.10	35.81 ± 1.09	65.63 ± 1.74
ST ⁴⁾	10.41 ± 0.78	14.34 ± 0.51	36.92 ± 1.24	3.56 ± 0.66	5.83 ± 0.08	8.91 ± 0.33	-	-	7.91 ± 0.31

¹⁾A : ascorbic acid,
²⁾GT: tannins extracted from green persimmon fruits,
³⁾MT: tannins extracted from mature persimmon fruits,
⁴⁾ST: tannins extracted from soft persimmon fruits,
⁵⁾Mean ± S.D.

Table 4. Antimicrobial activities of tannin extracted from persimmon fruits (mm)

Microorganism	Clear zone		
	GT ⁽¹⁾	MT ⁽²⁾	ST ⁽³⁾
Gram positive			
<i>Bacillus subtilis</i>	12	11	-
<i>Bacillus cereus</i>	15	12	9
<i>Staphylococcus aureus</i>	13	11	10
Gram negative			
<i>Escherichia coli</i>	20	18	12
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	21	17	13
<i>Salmonella typhimurium</i>	14	13	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	12	11	9

¹⁾GT: tannins extracted from green persimmon fruits,

²⁾MT: tannins extracted from mature persimmon fruits,

³⁾ST: tannins extracted from soft persimmon fruits

Ackerman⁽¹⁵⁾에 따르면 아질산염 제거능은 수소이온 농도에 비례하여 진행되며, Gray 등⁽¹¹⁾은 모델계를 만들어 실험한 결과 tannic acid 유도체가 N-nitrosamine 형성저해에 효과적이라고 하였다. 특히 강 등⁽¹⁶⁾은 pH 1.2~4.2 사이에서 tannic acid가 ascorbic acid보다 아질산염 제거능이 높다고 보고하였다.

부패성 미생물에 미치는 영향

Table 4에서 녹숙기 탄닌은 완숙감이나 연시에서 추출한 탄닌에 비해서 각 균주에 대한 생육 저해작용이 큰 것으로 나타났다. 완숙감의 탄닌은 연시 탄닌보다 비교적 큰 저해환을 보였으며, 연시 탄닌은 *B. subtilis*와 *S. typhimurium*에 대해서 항균성을 나타내지 않았다. 또한 균주의 종류에 따라서 탄닌의 항균성에 차이가 있어서, 특히 *E. coli*와 *V. parahaemolyticus*에 대한 저해가 뚜렷하게 나타났다. 탄닌의 항균작용 기전은 탄닌과 단백질의 상호작용에 따른 생육기질내 단백질 성분의 불용화 및 미생물의 생육관련 효소저해에 의한 것으로 알려져 있으며, Tagari 등⁽¹⁷⁾은 artificial rumen system을 이용한 실험에서 carob의 탄닌성분이 미생물의 proteolytic activity를 저해한다고 보고하였다. 노 등⁽¹⁸⁾에 따르면 녹차추출물은 *B. subtilis*, *B. cereus*, *S. typhimurium*, *S. aureus*에 대해서 항균성을 가지며, 이는 추출물에 함유된 catechin류에서 비롯되는 것이라고 추측하였다. 여 등⁽¹⁹⁾도 다류에서 추출한 catechin획분은 다양한 부패성 미생물에 대해 항균효과를 나타내며 특히 *V. parahaemolyticus*에 대해서 상당히 높은 항균성을 가진다고 보고하였다. 본 연구 결과 녹숙감과 완숙감에 탄닌성분은 항산화능, 아질산염제거능 및 부패성 미생물 생육저해능이 있으나 연시 탄닌성분은 이

러한 기능성이 매우 낮았다. 이는 떫은감의 속도에 따라 탄닌성분의 불용화 이외에 잔존하는 가용성 탄닌 자체의 변화가 동반되기 때문으로 생각된다.

요 약

떫은감 탄닌성분의 이화학적·기능적 특성을 연구하기 위해서 과실의 속도에 따라 탄닌성분을 분리하여 단백질반응성, 항산화능, 아질산염 제거능 및 부패성 미생물의 생육에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 떫은감 탄닌성분의 단백질 반응성은 온도상승에 따라 증가하는 경향이었으며, 녹숙감과 완숙감에서 분리한 탄닌성분이 연시에서 분리한 탄닌성분에 비해 단백질 반응성이 높았다. 녹숙감의 탄닌성분은 ascorbic acid와 유사한 항산화능을 나타내었으며 pH 1.2에서 30 mg 탄닌처리시 아질산염제거능이 거의 100%에 달했다. 또한 녹숙기 탄닌은 부패성 미생물에 대해 뚜렷한 저해를 보였으며, 특히 *E. coli*와 *V. parahaemolyticus*에 대한 저해가 현저하였다. 완숙기 탄닌성분의 경우 BHT와 유사한 수준의 항산화능과 pH 1.2에서 93.91%의 아질산염제거능을 나타내었다. 이에 반해 연시 탄닌성분은 항산화능, 아질산염제거능이 매우 낮았으며, 미생물 생육저해능도 미미하여 녹숙기·완숙기 탄닌과는 큰 차이를 보였다.

감사의 글

본 연구는 97 학술진흥재단 신진연구인력과제에 의해 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Bengoechea, M.L., Sancho, A.I., Baartolome, B. and Estrella, I. Phenolic composition of industrially manufactured purees and concentrates from peach and apple fruits. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4071-4075 (1997)
2. Cho, Y.J. Chemical structure and enzyme inhibition of tannins isolated from korean green tea leaf(*Camellia sinensis* L.) (in Korean). Ph. D. Thesis, Yeungnam Univ. Kyungsan, Korea (1992)
3. Yamaguchi, H., Iura, Y., Higuchi, N. and Sakata, I. Adsorption of heavy metal ions on micro-spherical tannin resins. *Mokuzai Gakkaishi* 37(9): 815-820 (1991)
4. Matsuo, T. and Ito, I. The chemical structure of kaktannin from immature fruit of the persimmon(*Dispyros kaki* L.). *Agric. Biol. Chem.* 42(9): 1637-1643 (1978)
5. Nakabayashi, T., Abe, K. and Ina, K. On the foul smell of kaki(the astringent extract of persimmon fruits). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 18(1): 20-

- 23 (1971)
6. Moon, S.H., Kim, J.O., Rhee, S.H., Park, J.Y., Kim, K.H. and Rhew, T.H. Antimutagenic effects and compounds identified from hexane fraction of persimmon leaves. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 22(3): 307-312 (1993)
 7. Sakaguchi, T. and Nakajima, A. Accumulation of uranium by immobilized persimmon tannin. *Separation Science and Technology* 29(2): 205-221 (1994)
 8. Matsuo, T. and Ito, S. A simple and rapid purification method of condensed tannins from several young fruits. *Agric. Biol. Chem.* 45(8): 1885-1887 (1981)
 9. Yokotsuka, K., Nozaki, K. and Kushida, T. Turbidity formation caused by interaction of must proteins with wine tannins. *J. Ferment. Technol.* 61(4): 413-416 (1983)
 10. Nose, M. and Fujino, N. Antioxidant activities of some vegetable foods and active component of avocado epicarp. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 29(9): 507-512 (1982)
 11. Gray, J.I. and Dugan Jr. L.R. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J. Food Sci.* 4: 981-984 (1975)
 12. Chung, D.K. and Yu, R.N. Antimicrobial activity of bamboo leaves extract on microorganisms related to kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27(6): 1035-1038(1995)
 13. Yeo, S.G., Ahn, C.W., Lee, Y.W., Lee, T.G., Park, Y.H., and Kim S.B. Antioxidative effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24(2): 299-304 (1995)
 14. Matsuzaki, T. and Hara, Y. Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 59(2): 129-134 (1985)
 15. Fox, J.B. and Ackerman, E. The chemistry of meat pigments. *J. Agric. Food Chem.* 14: 207 (1966)
 16. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(2): 232-239 (1996)
 17. Tagari, H., Henis, Y., Yamir, M. and Volcani, R. Effect of carob pod extract on cellulolysis, proteolysis, deamination and protein biosynthesis in an artificial rumen. *Appl. Microbiol.* 13: 437 (1965)
 18. Roh, H.J., Shin, Y.S., Lee, K.S. and Shin, M.K. Antimicrobial activity of water extract of green tea against cooked rice putrefactive microorganism. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28(1): 66-71 (1996)
 19. Yeo, S.G., Ahn, C.W., Kim, I.S., Park, Y.B., Park, Y.H., and Kim S.B. Antimicrobial effect of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24(2): 293-298 (1995)
-
- (1999년 10월 8일 접수)