

떫은감 탄닌성분이 감식초의 알콜발효에 미치는 영향

서지형[†] · 정용진* · 신승렬** · 김광수***

경북과학대학 전통발효식품과, *계명대학교 식품가공학과
경산대학교 생명자원공학부, *영남대학교 식품영양학과

Effects of Tannins from Astringent Persimmons in Alcohol Fermentation for Persimmon Vinegars

Ji-Hyung Seo[†], Yong-Jin Jeong*, Seung-Ryeul Shin** and Kwang-Soo Kim***

Dept. of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Kyongbuk 718-850, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

**Faculty of Life Resources and Engineering, Kyungsan University, Kyungsan 712-715, Korea

***Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyungsan 712-749, Korea

Abstract

This study was investigated effects of tannins from astringent persimmons in alcohol fermentation for persimmon vinegars. The tannins extracted from green persimmon greatly inhibited the growth of *S. kluyveri* DJ97 and *S. cerevisiae* YJK20, followed by mature and soft persimmon tannins. *S. kluyveri* DJ97 was more resistant against persimmon tannin than *S. cerevisiae* YJK20. Sugar content in alcohol fermenting liquids slowly decreased when the addition contents of tannin was high. So sugar contents in group (III) and (IV) decreased continually until 3th day. But at 6th day, sugar contents in all groups were similar such as 5.8~6.0°Brix. The lower addition contents of tannins, it took the shorter period to produce alcohol. But for the highest content in alcohol, there was little difference among group (I), (II) and (III). The colors of fermenting liquid, however, were affected significantly by the tannin content. At final fermenting liquid of group (IV) 'a' values increased very much resulting in very high 'a/b' value. Turbidity in all groups was similar at the beginning but in group (IV) was absolutely high at 4th day. Total phenolic materials and soluble tannins decreased during alcohol fermentation.

Key words: persimmon, astringent persimmon, tannin, alcohol fermentation

서 론

탄닌성분은 과일, 야채류 및 식물종자 등 식물체에 널리 함유되어 있으며, 수렴성이나 지혈작용 등의 약리성과 더불어 단백질이나 alkaloid와 결합하는 특성을 가지고 있다(1). 또한 탄닌에 의한 떫은 맛은 blackberry, strawberry, cranberry, apple 등과 같은 과일 및 기호성 음료의 풍미에 관여하여 가공식품의 품질형성에 필수적인 요인이 되기도 한다(2). 최근에는 탄닌성분의 항균, 항산화, 항종양작용 및 중금속 제거능과 같은 유용한 생리활성이 보고되어(3-6), 현대인의 식생활 향상이란 측면에서 폭넓은 이용이 가능할 것으로 기대되고 있다.

감과실은 미숙과일 때는 어느 품종이건 탄닌세포에 함유된 수용성 탄닌에 의해 떫은 맛을 나타내지만, 과일의 성숙으로 점차 탄닌성분이 불용화되어 생육중 탈삼피는 것을 단감이라 하고 그렇지 않은 것을 떫은감이라 한다(7).

떫은감에 함유된 탄닌성분은 catechin류와 같은 flavan-3-ol을 기본단위로 형성된 polymer로서 축합형 탄닌으로 분류된다(8). 이들 축합형 탄닌은 산이나 알칼리 처리 및 효소적 가수분해에 대해 안정한 구조로 평지씨, 수수 등에도 함유되어 있다(9,10).

떫은감은 탄닌에 의한 강한 떫은 맛으로 인해 단감에 비해 기호도가 낮아서 연시나 꽃감 및 감식초 등으로 소비되고 있다. 특히 감식초는 천연 과일식초의 선호도 증가로 매년 소비량이 늘고 있어서, 떫은감의 소비증대에 크게 기여하고 있다. 현재 감식초의 원료로는 연시상태의 떫은감이 주로 이용되고 있으며 일부 품질이 저하된 단감도 이용되고 있다. 따라서 감식초를 제조할 때 원료로 이용되는 감과실의 품종 및 탈삼정도에 따라 발효기질에 함유된 탄닌성분의 함량이 좌우되며, 이들 탄닌성분은 발효 미생물의 생육 및 발효제품의 외관에 영향을 미칠 것으로 추측된다. Choi 등(11)은 대두단백질과 tannic acid를 이

[†]To whom all correspondence should be addressed

용한 연구에서 시판 감식초의 혼탁에 대한 주원인은 제품 내의 탄닌성분으로 보고하였으며, Alcasabas 등(12)은 감과실에 함유된 lysine, cystine, methionine과 같은 산화성 아미노산이 발효중에 감소하는 것은 탄닌성분과의 결합에 따른 것으로 보고하였다. 하지만 아직까지 감과실로부터 분리된 탄닌성분이 발효에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 감식초를 제조할 때 뽕은감에 함유된 탄닌성분이 미치는 영향을 조사하기 위해서, 먼저 1단계로 뽕은감의 탄닌성분이 알콜발효균주의 생육 및 알콜발효물의 품질에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 이용된 감과실은 경북 청도군에서 재배한 반시(*Diospyros kaki*, T.) 품종으로써 개화 105~110일의 녹색감, 개화 155~160일의 완숙감 및 완숙감을 50% 이상 알콜로, 25°C에서 1주일간 탈삼한 연시를 사용하였다.

공시균주 및 배지조성

Jeong 등(13)이 감에서 분리·동정한 *Saccharomyces cerevisiae* YJK 20, *S. kluyveri* DJ 97을 YPD(yeast extract 1%, peptone 2%, dextrose 2%, agar 2%) 사면배지에서 25°C, 24시간 배양하여 4°C에서 냉장보관하면서 사용하였다.

가용성 탄닌의 추출·분리

Matsuo와 Ito의 방법(14)에 따라 일정량의 과육에 70% methanol용액(-20°C)을 3배 가하여 마쇄한 후 여과하고, 잔사는 다시 2회 반복하여 추출하였다. 추출한 여액을 모두 합하여 2 M K_2HPO_4 용액을 소량 가한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 잔사는 methanol로 세척해서 1.2 N HCl용액에 녹인 후 탄산나트륨 포화용액을 가하여 pH 4.0으로 중화시킨 다음 36시간 투석하였다. 투석액은 동일량의 caffeine 포화용액을 가하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 분리된 잔사는 1% HCl-dimethylformamide용액에 녹여 sephadex LH-20 column에 주입하여 70% dimethylformamide 용액으로 전개시킨 다음 증류수로 다시 투석후 동결건조하여 시료로 사용하였다.

알콜발효균주에 대한 생육저해능 측정

경북과학대학에서 분양받은 *S. kluyveri* DJ 97, *S. cerevisiae* YJK 20을 이용해서 paper disc법(15)으로 행하였다. 즉 먼저 2% agar가 함유된 생육배지를 petri dish에 얇게 펴고, 그 위에 균주(생육배지 5 mL에 한 백금이들

접종하여 30시간 배양) 20 μ L를 접종한 0.75% agar가 함유된 생육배지 2.5 mL를 증충하여 표면을 건조시킨 후 사용하였다. 각각의 시료용액은 0.45 μ m membrane filter (Millipore Co., USA)로 여과하여 제균하였다. 제균된 시료용액은 멸균된 8 mm filter paper disc에 30 μ L(2 mg/disc)씩 흡수시킨 후, 추출용매를 완전히 휘발시킨 다음 시험용 평판배지 위에 놓아 밀착시켰다. Paper disc를 밀착시킨 각각의 배지는 30°C의 incubator에서 36시간 배양하여 저해환의 직경을 측정하였다. 액체배지 희석법(16)에서는 시험관에 생육배지 5 mL를 넣고 완숙감에서 추출한 탄닌을 일정량(0.1, 0.3, 0.5%)씩 첨가한 다음 잘 혼합하였다. 대수가 증가까지 배양된 효모균체 배양액을 각각 20 μ L씩 접종한 다음 30°C incubator에서 48시간동안 경시적으로 배양하였다. 배양액은 2,000 rpm으로 10분간 원심분리하여 상정액을 제거한 다음 멸균된 0.85% NaCl용액을 5 mL 가해 혼합후 다시 원심분리(2,000 rpm, 10 min.)한 다음 상정액을 제거하였다. 동일한 과정을 2회 반복하여 분리된 잔사는 0.85% NaCl용액을 5 mL 가한 다음 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

알콜발효

연시를 세척하여 과피 및 부패된 부분을 제거한 후 3 kg씩 파쇄하여 완숙감에서 추출한 탄닌성분을 일정량(0.1, 0.2, 0.3%)씩 혼합하고, 각각 *S. kluyveri* DJ 97을 이용한 주모 150 mL를 접종한 다음, 25°C 항온배양기에서 간헐적으로 교반하면서 6일간 알콜발효시켜 원심분리 후 침전물을 제거한 상정액을 분석시료로 사용하였다.

성분분석

알콜함량은 배양액을 원심분리한 후 상정액을 증류하여 alcohol hydrometer로 측정된 값을 Gay Lussac 표로 환산하여 산출하였다. pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 색상은 색도계(Chromameter, Model CR-300, CT310, Minolta Co., Japan)에 의하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)로 나타내었으며, 탁도는 일정량의 시료를 취하여 660 nm에서 흡광도로 나타내었다. 총페놀성 물질의 함량분석은 Folin-Denis법(17), 가용성 탄닌은 vanillin법(18)으로 정량하였다.

결과 및 고찰

알콜발효 균주에 미치는 영향

Table 1은 Jeong 등(13)에 의해 감식초 제조시 알콜발효능이 높은 것으로 보고된 균주에 대한 뽕은감 탄닌성분의 영향을 조사한 결과이다. 알콜발효균주에 대한 생육저해는 녹색감에서 분리된 탄닌에서 가장 뚜렷했으며 그 뒤

Table 1. Antimicrobial activities of tannin extracted from persimmon against yeast

Yeast	Clear zone (mm)		
	GT ¹⁾	MT ²⁾	ST ³⁾
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> YJK 20	17	15	10
<i>Saccharomyces kluyveri</i> DJ 97	16	14	9

¹⁾GT : Tannins extracted from green persimmon.

²⁾MT : Tannins extracted from mature persimmon.

³⁾ST : Tannins extracted from soft persimmon.

로 완숙기, 연시 탄닌 순으로 나타났다. 또한 *S. cerevisiae* YJK20에 비해 *S. kluyveri* DJ97이 생육저해를 적게 받았다. Fig. 1은 완숙감에서 분리한 탄닌의 함량에 따른 *S. kluyveri* DJ97의 생육을 조사한 결과이다. 0.1% 탄닌 처리구에서는 탄닌무처리구와 유사한 생육곡선을 나타내어 탄닌성분에 의한 생육저해를 받지 않았다. 탄닌첨가량이 높아짐에 따라 *S. kluyveri* DJ97의 생육유도기가 길어지는 것을 관찰할 수 있었으며, 완숙감의 탄닌함량(19) 0.64%에 근접한 수준인 0.5%의 탄닌첨가구(III)에서는 생육이 크게 저해되었다.

Chae와 Yu(20)는 도토리주 제조시 탄닌성분이 효모의 알콜발효를 저해한다고 하였으며, Jeong 등(13)에 의하면 10종의 효모를 이용하여 알콜발효할 때 감추출물을 이용한 배양을 통해서 *S. kluyveri* DJ97은 다른 균주에 비해서 탄닌내성이 있는 것으로 본 연구결과와 일치하였다. 또한 뽕은감의 탄닌성분은 과실의 숙도에 따라 탄닌의 함량뿐만 아니라 탄닌 그 자체에도 변화가 있으며 특히 연시에서 분리된 탄닌성분은 녹숙감이나 완숙감과는 다른 패턴을 나타내는 것으로 보고되었다(19). 이는 본 연구에서 녹숙감 및 완숙감의 탄닌성분이 알콜발효균주에 대해 뚜렷한 생육저해를 보인 점과 관련 있을 것으로 생각된다. 즉 알콜발효균주에 대한 생육저해는 뽕은감에 함유된 가용성 탄닌의 함량 및 탄닌의 구성형태가 복합적으로 작용

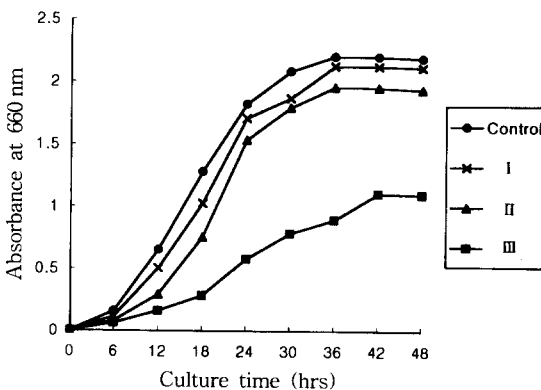


Fig. 1. Inhibitory effect of mature persimmon tannins on the growth of *S. kluyveri* DJ97.

Control : Not-treated.

I : Addition of 0.1% mature persimmon tannin.

II : Addition of 0.3% mature persimmon tannin.

III : Addition of 0.5% mature persimmon tannin.

되는 것으로 추측되며, 이에 대해서는 차후 지속적인 연구가 있어야 하겠다. 한편 Watson(21)은 수수와 식물을 재료로 하는 남아프리카 전통 발효음료인 'Bantu beer' 제조시 알콜발효 균주인 *S. cerevisiae* Y48의 생육에 탄닌자체가 큰 영향을 미치지 않는다는 이견을 제시하고, 맥아에 함유된 다른 성분이 복합적으로 작용하여 알콜발효를 억제하는 것으로 보고하였다.

알콜발효중 성분 변화

Fig. 2는 뽕은감의 탄닌성분이 알콜발효물에 미치는 영향을 조사하기 위해서, 앞서 *S. cerevisiae* YJK20에 비해 탄닌내성이 있는 것으로 나타난 *S. kluyveri* DJ97을 이용해서 알콜발효중 탄닌성분의 첨가량에 따른 당도 및 알콜함량의 변화를 조사한 결과이다. 이때 발효기질에 처리한 탄닌성분은 완숙감에서 분리한 것으로 앞서 얻은 결과를 기초로 해서 첨가수준(0.1, 0.2, 0.3%)을 설정하였다. 당도는 발효초기 각 처리구간에 감소경향에 차이가 있어 탄닌무처리구(I)의 경우 발효 1일, 2일에 각각 8.8°Brix, 6.0°Brix로 크게 감소한 후 일정수준으로 유지되었다. 0.1% 탄닌처리구(II)도 유사한 형태의 당도감소가 나타났으나, 첨가한 탄닌함량이 높을수록 당도는 서서히 감소하여 0.2%, 0.3% 탄닌처리구(III, IV)는 발효 3일까지 당도감소가 계속되었다. 발효 6일에는 모든 처리구에서 5.8~6.0°Brix로 일정수준을 보였다. 각 처리구의 알콜함량은 첨가한 탄닌함량이 낮을수록 단기간에 높은 알콜함량을 나타내었다. 탄닌무처리구(I)와 0.1%처리구(II)는 발효

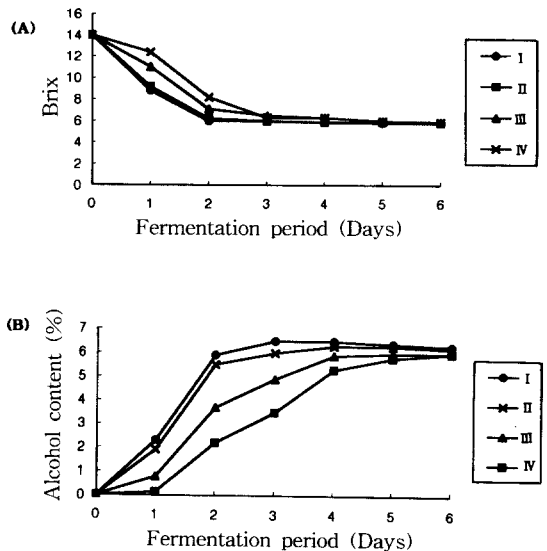


Fig. 2. Changes in sugar (A) and alcohol (B) content during alcohol fermentation of persimmon as affected by the tannin content.

I : Not-treated persimmon juice.

II : Addition of 0.1% mature persimmon tannin.

III : Addition of 0.2% mature persimmon tannin.

IV : Addition of 0.3% mature persimmon tannin.

2일에 5.9%, 5.5%로 알콜함량이 급격하게 증가하여 발효 4일째에 각각 6.5%, 6.3%로 최고치를 나타내었다. 이에 반해 0.2%, 0.3% 탄닌처리구(III, IV)는 발효 1일 알콜함량이 0.78%, 0.13%로 현저히 낮았으며, 알콜함량 증가가 완만히 진행되어 발효 5일, 6일째 6%로 최고치를 나타내었다. 하지만 각 처리구의 최고 알콜함량에서는 큰 차이가 없었으며, 이는 Woo와 Lee(22)에 의한 꽃감주 제조시에 탄닌에 의한 저해를 받지 않는다는 보고와 유사하였다.

Table 2에서 알콜발효중 모든 처리구의 L값은 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으며 특히 발효 5일째, 6일째에 큰 폭으로 증가하였다. 탄닌첨가량이 낮을수록 발효후기에 급격한 L값 증가를 나타내었다. a값은 각 처리구에서 발효 3일째까지 서서히 감소하다가 발효 4일째부터 증가하는 경향을 나타내었다. 이때 탄닌무처리구(I)의 경우 a값의 감소가 뚜렷하였으나 탄닌처리구(II, III, IV)의 경우 무처리구에 비해 a값 감소폭이 작았으며 발효 4일 이후에도 큰 폭으로 증가하였다. b값도 발효초기에 감소하였다가 점차 증가하는 경향을 보였고, 0.3% 탄닌처리구(IV)에서는 발효 1일, 2일에 b값이 다른 처리구에 비해서 매우 높게 나타났다. 또한 첨가한 탄닌 함량이 높을수록 발효에 따른 a값의 증가가 뚜렷하여 최종 발효액에서 갈색도(23)를 나타내는 a/b값이 높은 것으로 나타났다. Fig. 3에서 각 처리구의 탁도는 알콜발효가 진행됨에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 발효 1일에 각 처리구의 탁도는 거의 동일한 수준이었으나, 알콜함량이 최고치를 나타내는 발효 4일 이후 각 처리구의 탁도는 탄닌무처리구(I)에서 가장 낮았고, 그 뒤로 0.1%(II), 0.2%(III), 0.3%(IV) 탄닌처리구 순으로 높았다. 총페놀성 물질과 가용성 탄닌의 함량은 발효가 진행됨에 따라 점차

Table 2. Changes in color during alcohol fermentation of persimmon as affected by the tannin content

Item	Group ¹⁾	Fermentation period (days)						
		0	1	2	3	4	5	6
L	I	38.42	46.80	47.95	49.34	51.93	55.28	57.42
	II	38.40	46.76	47.93	49.16	51.63	53.51	57.10
	III	38.35	46.36	47.66	49.08	51.42	52.63	56.18
	IV	38.27	46.10	47.51	48.95	49.57	50.36	50.79
a	I	4.90	3.12	2.62	1.95	2.60	3.03	3.62
	II	4.92	3.33	2.91	2.30	2.72	3.18	3.76
	III	4.89	3.45	2.95	2.56	3.15	3.58	3.88
	IV	4.98	3.47	2.98	2.82	3.23	4.48	6.15
b	I	5.84	4.70	4.97	6.00	7.28	9.23	9.32
	II	5.89	5.41	6.13	7.21	7.75	8.90	9.69
	III	5.83	5.70	6.49	8.53	9.02	9.82	10.11
	IV	5.91	6.83	8.51	9.43	10.10	10.68	11.23
a/b	I	0.839	0.664	0.527	0.350	0.357	0.328	0.388
	II	0.835	0.616	0.475	0.319	0.351	0.357	0.388
	III	0.839	0.605	0.456	0.300	0.349	0.365	0.394
	IV	0.843	0.508	0.350	0.299	0.320	0.419	0.548

¹⁾Abbreviations are the same as Fig. 2.

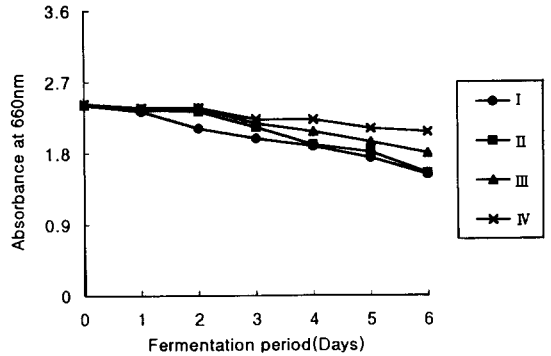


Fig. 3. Changes in turbidity during alcohol fermentation of persimmon as affected by the tannin content.

- I : Not-treated persimmon juice.
- II : Addition of 0.1% mature persimmon tannin.
- III : Addition of 0.2% mature persimmon tannin.
- IV : Addition of 0.3% mature persimmon tannin.

Table 3. Changes in total phenolic materials and soluble tannins during alcohol fermentation of persimmon as affected by the tannin content (mg/mL)

Item	Group ¹⁾	Fermentation period (days)						
		0	1	2	3	4	5	6
Total phenolic materials	I	4.25	3.10	2.73	2.61	2.42	2.38	2.27
	II	5.20	4.57	4.40	4.05	3.70	3.55	3.38
	III	6.17	5.83	5.25	4.73	4.34	4.10	3.97
	IV	7.24	6.83	6.22	5.50	5.05	4.71	4.49
Soluble tannins	I	0.40	0.27	0.20	0.17	0.14	0.12	0.10
	II	1.39	0.90	0.77	0.73	0.69	0.63	0.60
	III	2.18	1.66	1.59	1.49	1.32	1.23	1.16
	IV	3.26	2.59	2.21	2.15	2.08	1.98	1.89

¹⁾Abbreviations are the same as Fig. 2.

감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 0.3% 탄닌첨가구(IV)의 경우 발효 1일, 2일에 탄닌함량이 급격하게 감소하였다(Table 3).

이상의 결과에서 뽕은감의 탄닌성분은 알콜발효시 최고 알콜함량이나 발효수율은 유사하지만 알콜발효액의 색상이나 탁도는 탄닌첨가량이 높을수록 대조군인 무처리구와 현격한 차이를 나타내었다. 따라서 뽕은감의 탄닌성분은 가용성 탄닌성분의 함량에 따라 알콜발효물의 외관 품질에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한 이때 가용성 탄닌성분의 구성형태에 따라서도 영향이 있을 것으로 추측되며 차후 이에 대한 연구가 있어야 하겠다.

요 약

감식초를 제조할 때 뽕은감에 함유된 탄닌성분이 알콜 발효균주의 생육 및 알콜발효물의 품질에 미치는 영향에 대해 조사하였다. 알콜발효균주에 대한 생육저해는 연속 감에서 분리된 탄닌에서 가장 뚜렷했으며 그 뒤로 완숙기, 연시 탄닌 순으로 나타났고, *S. cerevisiae* YJK20에

비해 *S. kluyveri* DJ97이 생육저해를 적게 받았다. 알콜발효액의 당도는 첨가한 탄닌함량이 높을수록 서서히 감소하여 0.2%, 0.3% 탄닌처리구(III, IV)는 발효 3일까지 그 감소가 현저하였으나, 발효 6일에는 모든 처리구에서 5.8~6.0°Brix로 일정수준을 보였다. 발효액의 알콜함량은 첨가한 탄닌함량이 낮을수록 단기간에 높은 알콜함량을 나타내었으나, 각 처리구의 최고 알콜함량에서는 큰 차이가 없었다. 또한 첨가한 탄닌함량이 높을수록 발효액의 a값 증가가 뚜렷하여 최종 발효액에서 갈색도를 나타내는 a/b값이 높은 것으로 나타났다. 탁도도 발효 1일에 각 처리구에서 거의 동일한 수준이었으나, 알콜함량이 최고치를 나타내는 발효 4일에는 0.3% 탄닌처리구(IV)에서 가장 높았으며, 각 처리구의 총체농성 물질 및 가용성 탄닌의 함량은 발효가 진행됨에 따라 감소하였다.

감사의 글

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

문헌

- Haslam, E. : Vegetable tannins. In *The biochemistry of plants*. Stumpf, P.K. and Conn, E.E. (eds.), Academic press, New York, p.527 (1981)
- Nakabayashi, T. : Control of polyphenolic compounds in food processing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **24**, 530-538 (1977)
- Nose, M. and Fujino, N. : Antioxidant activities of some vegetable foods and active component of avocado epicarp. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **29**, 507-512 (1982)
- Kim, B.G., Rhew, T.H., Choe, E.S., Chung, H.Y., Park, K.Y. and Rhee, S.H. : Effect of selected persimmon leaf components against sarcoma 180 induced tumor in mice. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 334-339 (1993)
- Chibata, I., Tosa, T., Mori, T., Watanabe, T. and Sakata, N. : Immobilize tannin a novel adsorbent for protein and metal ion. *Enzyme Microb. Technol.*, **8**, 130-136 (1986)
- Seo, J.H., Jeong, Y.J. and Kim, K.S. : Physiological characteristics of tannins isolated from astringent persimmon fruits. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 212-217 (2000)
- Nakabayashi, T. : Studies on tannins of fruits and vegetables, part VII. Difference of the components of tannin between the astringent and non-astringent persimmon fruits. *J. Food Technol.*, **18**, 33-37 (1971)
- Ito, S. and Oshima, Y. : Studies on the tannin of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Agric. Biol. Chem.*, **26**, 156-161 (1962)
- Leung, J., Fenton, T.W., Mueller, M.M. and Clandinin, D.R. : Condensed tannins of rapeseed meal. *J. Food Sci.*, **44**, 1313-1316 (1979)
- Strumeyer, D.H. and Malin, M.J. : Condensed tannins in grain sorghum; Isolation fractionation and characterization. *J. Agric. Food Chem.*, **23**, 909-914 (1975)
- Choi, S.Y., Gu, Y.J. and Lee, M.G. : A study on the development of persimmon beverage (final report). Korea Food Research Institute (1995)
- Alcasabas, M.D.D., Chung, K.S., Ahn, G.H. and Chio, S.Y. : Relationship between the combination level of tannin and protein, and the turbidity of persimmon vinegar. *Food and Biotechnology*, **4**, 75-78 (1995)
- Jeong, Y.J., Seo, K.I., Shin, S.R., Seo, J.H., Kang, M.J. and Kim, K.S. : Yeast isolate for alcohol fermentation of persimmon fruits. *J. East Asian of Dietary Life.*, **7**, 538-544 (1997)
- Matsuo, T. and Ito, S. : A simple and rapid purification method of condensed tannins from several young fruits. *Agric. Biol. Chem.*, **45**, 1885-1887 (1981)
- 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**, 1035-1038 (1995)
- Seo, K.I., Park, S.K., Park, J.R., Kim, H.C., Choi, J.S. and Shim, K.H. : Changes in antimicrobial activity of hydrolyzate from mustard seed (*Brassica juncea*). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **25**, 129-134 (1996)
- AOAC : *Official methods of analysis*. 13th ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C. (1980)
- Bulter, L.G., Price, M.L. and Brotherton J.E. : Vanillin assay for proanthocyanidins (condensed tannins) ; Modification of the solvent for estimation of the degree of polymerization. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 1087-1089 (1982)
- Seo, J.H., Jeong, Y.J., Shin, S.R., Kim, J.N. and Kim, K.S. : Changes in pattern of tannins isolated from astringent persimmon fruits. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, **6**, 328-332 (1999)
- Chae, S.K. and Yu, T.J. : Experimental manufacture of acorn wine by fungal tannase. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **15**, 326-332 (1983)
- Watson, T.G. : Inhibition of microbial fermentation by sorghum grain and malt. *J. Appl. Bact.*, **38**, 133-142 (1975)
- Woo, K.L. and Lee, S.H. : A study on wine-making with dried persimmon produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 204-212 (1994)
- Cano, M.P. and Bego, D.A. : Carotenoids and carotenoid ester composition in mango fruit influenced by processing method. *J. Agric. Food Chem.*, **42**, 2737-2743 (1994)

(2000년 3월 27일 접수)