

## 인삼 민속주의 제조 및 생리 기능성

김효진 · 이주찬\* · 이가순\* · 전병선\*\* · 김나미\*\* · 이종수#  
배재대학교 생명과학부, \*충남농업기술원, \*\*한국담배인삼공사 중앙연구원  
(2002년 4월 13일 접수)

### Manufacture and Physiological Functionalities of Traditional Ginseng Liqueur

Hyo Jin Kim, Ju Chan Lee\*, Ga Soon Lee\*, Byeong Seon Jeon\*\*,  
Na Mi Kim\*\* and Jong Soo Lee

*Division of Life Science, Paichai University, Daejeon, 302-735, Korea*

*\*Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Daejeon, 305-313, Korea*

*\*\*Central Research Institute, Korea Tobacco and Ginseng Corporation, Daejeon, 305-345, Korea*

(Received April 13, 2002)

**Abstract :** To develop a new traditional ginseng liqueur by using rice and ginseng, the physicochemical properties and overall acceptability of ginseng liqueurs made by addition of different concentration (1~8%) of ginseng in some kinds of rice mash were investigated and compared. The Ilpum-4 traditional ginseng liqueur which was prepared by adding 4% ginseng into Ilpum rice mash showed the best acceptability in the sensory evaluation test and high ethanol content (15.6%), and its angiotensin-converting enzyme inhibitory activity and electron-donating ability were better than those of the other ginseng liqueurs. The Ilpum-4 traditional ginseng liqueur contained 0.53% (w/v) of crude saponin and it was mainly composed of ginsenoside Rg<sub>1</sub>.

**Key words :** traditional ginseng liqueur, rices, physiological functionality.

## 서 론

근래에 건강에 대한 관심이 높아지면서 전통 발효식품의 생리 기능성 물질 탐색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이들 전통 발효식품 가운데 특히 약용식물을 이용하여 제조되는 민속주로는 구기자, 두충, 감초, 오미자, 산수유, 숙지황, 매실, 탕자, 사삼, 길경, 작약, 당귀, 천궁, 민들레, 자두 및 모과 등을 이용한 약용 발효주와 침출주 등이 있고 이들의 약리 효능과 생리 기능성 등이 일부 보고되어 있다.<sup>1,3)</sup>

그러나 최근까지 소비가 급증하던 우리 민속주는 지난해 시장규모가 약 1500억원(추정)정도로 위스키와 맥주의 약 3조원 규모와 비교가 안될 정도로 우리 전통주의 시장규모가 크게 위축되고 있는 실정이다.

한편 인삼의 주요 효능성분으로는 사포닌 성분과 정유성분, 식물스테롤, 폴리아세틸렌, 페놀성 물질과 같은 지용성 성분, 다당체 성분 등이 알려져 있다.<sup>4)</sup> 또한 이들의 기능으로는 항당뇨작용, 심혈관 장애개선 및 항동맥경화, 중추신경계 조절, 두뇌활동 촉진 및 신경세포 보호, 항암 및 항산화작용, 면역기능 조절, 성기능 장애개선 및 다이어트 효능 등이 밝혀져 있다.<sup>4,12)</sup>

인삼주의 역사기록은 오래되어 임원십육지에 약용주의 최고로 소개되어 있고 중국의 천금방 등에 이주, 고본하령주, 장춘주, 삼주 등으로 기록되어 있지만 인삼주의 효능은 자세히 보고되어 있지 않고 다만 기를 보호해주고 심신을 안정시키며 폐를 보호해주고 설사를 멈추게 하고 생체 저항력 증진 및 노화억제 효과와 구토와 급체 등을 치료해주는 효과 등이 민간에서 일부 알려져 있을 뿐이다. 또한 특정 인삼주 외에는 대부분의 인삼주가 인삼에 소주를 첨가하여 제조되는 단순한 침출주 형태이고 이들의 약리 기능성 또한 연구되어 보고된

#본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로  
(전화) 042-520-5388; (팩스) 042-520-5388  
(E-mail) biotech8@mail.paichai.ac.kr

바 없다.

따라서 본 연구에서는 인삼을 이용한 새로운 고부가가치의 민속주를 개발하고자 먼저 5종류의 쌀과 인삼을 이용하여 민속주를 제조한 후 이들의 물리 화학적 특성과 기호성을 조사하였다. 또한 기호성이 제일 우수한 인삼 민속주를 선정하여 성인병에 관련된 생리 기능성으로 angiotensin 전환효소(ACE) 저해활성과 혈전용해활성 등을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

인삼은 2001년 6월에 금산 지역에서 재배된 6년근 인삼(수삼)을 시중에서 구입하여 세척한 후 냉장고에 보관하면서 사용하였고 신동진쌀, 대산쌀, 일품쌀, 농호쌀, 남강쌀 등은 2000년에 재배하여 수확한 후 10분도로 도정한 것을 충남 농업 기술원에서 분양 받아 사용하였다.

알콜 발효용 효모로는 *Saccharomyces cerevisiae*(청주용 효모, 발면 7호)를 사용하였고 기능성 측정용 시약으로 Hip-His-Leu과 rabbit lung powder, fibrin, pyrogallol, 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 등은 Sigma사(미국) 제품을 사용하였으며 그 밖의 시약은 분석용 특급을 사용하였다.

### 2. 주모 제조, 담금 및 발효

주모제조 및 담금은 김 등<sup>2)</sup>의 민들레 발효주 제조방법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 먼저 담금용 주모는 35 메쉬로 분쇄한 각 품종의 쌀 40 g을 끓는 물 50 mL에 넣고 가열시킨 후 냉각한 다음 누룩 10 g과 밀가루 5 g을 첨가하고 yeast extract-peptone-dextrose 배지를 사용하여 30°C에서 2일간 배양한 *S. cerevisiae* 1 mL를 균일하게 혼합하여 30°C에서 2일간 배양하여 제조하였다.

담금은 먼저 각 품종의 멥쌀과 시중에서 구입한 찹쌀 각각 50 g을 16시간 물에 침지 한 후 물을 뺀 다음 고압증기솥에서 100°C로 1시간 증자하였다. 이를 30°C로 냉각시킨 후 물 100 mL와 위에서 제조한 주모 및 파쇄한 인삼(덧밥의 1~8%)을 첨가하여 25°C에서 10일간 발효시킨 후 사별 제성하고 원심분리하여 시료로 하였다.

### 3. 생리 기능성 측정

인삼 발효주 50 mL를 감압 건조하여 알콜을 모두 제거하고 증류수를 사용하여 50 mL로 정용한 후 다음과 같이 성인병에 관련이 되는 몇 가지 생리 기능성을 측정하였다.<sup>2,3)</sup>

Angiotensin-converting enzyme(ACE) 저해활성은 Cushman 등<sup>13)</sup>의 방법에 따라 시료액에 동일 용량의 ethyl ace-

tate를 처리하여 얻은 추출액 50  $\mu$ L를 rabbit lung powder에서 추출한 ACE용액 150  $\mu$ L(약 2.8~3 Unit)와 기질 용액(pH 8.3의 100 mM sodium borate 완충용액 2.5 mL에 300 mM NaCl과 25 mg Hip-His-Leu을 용해) 50  $\mu$ L와 섞은 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 1 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출<sup>13)</sup>하였고 시료 무침가구를 대조구로 하여 저해율을 구하였다.

혈전용해활성은 Fayek 등<sup>14)</sup>과 김 등<sup>15)</sup>의 방법에 따라 0.6% fibrin 용액 3 mL에 시료 500  $\mu$ L를 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시킨 후 0.4 M TCA 용액 3 mL를 첨가하여 반응을 정지시키고 여과하였다. 이 여과액을 1 N folin 시약으로 발색시켜서 용출된 tyrosine의 양을 정량하였다. 이때 효소 1 단위는 조효소액 1 mL가 1분동안 tyrosine 1  $\mu$ g을 생산하는 활성으로 하였다.

SOD-유사활성은 Marklund 등<sup>16)</sup>의 방법에 따라 시료액 20 mL에 55 mM Tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2) 20 mL를 가한 후 균질화하고 원심분리하여 얻은 상정액을 pH 8.2로 조정된 후 TCB를 사용하여 50 mL로 정용한 후 시료액으로 사용하였다. 시료액 950  $\mu$ L에 50  $\mu$ L의 24 mM pyrogallol을 첨가하여 420 nm에서 초기 2분간의 흡광도 증가율을 측정하여<sup>16)</sup> 시료액 무침가구와 비교하였다.

전자공여능은 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois<sup>17)</sup>와 이 등<sup>18)</sup>의 방법으로 측정하였다. 시료 200  $\mu$ L에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 mL에 용해) 800  $\mu$ L를 가한 후 10분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무침가구와 활성을 비교하였다.

Tyrosinase 저해활성은 성 등<sup>19)</sup>의 방법에 따라 시료액 0.5 mL에 5 mM L-DOPA 0.2 mL, 0.1 M sodium phosphate buffer(pH 6.0) 0.2 mL를 혼합한 후 tyrosinase 11 U을 첨가하여 35°C에서 2분간 반응시킨 후 475 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무침가구와 비교하였다.

아질산염 제거활성은 Kato 등<sup>20)</sup>의 방법에 따라 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 2 mL에 시료액 1 mL를 첨가한 후 총 부피를 10 mL로 조정하고 37°C에서 1시간 반응시켰다. 이 반응액 1 mL를 취하여 2% 초산용액 5 mL, griess시약 0.4 mL를 가한 후 혼합하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무침가구와 비교하였다.

### 4. 성분 및 색도 측정

원심분리한 발효액을 상압에서 수증기로 증류한 다음 주정계로 에탄올 함량을 측정하였고, pH는 pH meter(Accumet

Basic pH Meter, Fisher Sci. Co.)로 측정하였다.<sup>2,3)</sup> 총산은 발효액 일정량을 1% 페놀프탈레인 지시약으로 하여 0.1 N NaOH용액으로 적정한 후 호박산으로 표시하였고, 휘발산은 증류액 일정량을 취하여 총산에서와 같이 측정하였다.<sup>3)</sup>

조사포닌 함량은 먼저 인삼 발효주 300 mL를 감압농축시킨 후 증류수 50 mL를 가하여 용해하고 물로 포화된 부탄올 50 mL씩을 가하여 3회 추출하였다. 부탄올 추출물을 증류수 50 mL로 2회 세척한 후 감압농축한 다음 diethyl ether 50 mL로 37°C에서 30분간 방치한 후 에테르를 제거하여 탈지하고 105°C로 2시간 건조시킨 후 무게를 달아 조사포닌 함량을 측정하였다. 또한 이 조사포닌을 메탄올로 용해시킨 후 chloroform(65):methanol(35):H<sub>2</sub>O(10)을 전개용매로한 1차원법으로 TLC(Thin Layer Chromatography)하였다.

색도는 색차계(Minolta CT-20, Japan)로 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하여 표시하였다.<sup>2,3)</sup>

## 5. 관능검사

인삼 발효주의 관능검사는 민들레 발효주<sup>2)</sup>와 캐모마일 발효주<sup>21)</sup>의 방법에 따라 배재대학교 학생들과 한국담배인삼공사 중앙연구원의 훈련된 관능평가원들에 의하여 다음과 같이 실시되었다. 품종이 다른 5가지의 쌀에 수삼을 1%, 4%, 8%씩 첨가하여 제조한 쌀 품종별 인삼 발효주를 대상으로 1차 관능검사를 실시하여 쌀 품종별로 기호도가 높은 인삼 발효주를 선정하였다. 쌀 품종별로 1차 선정된 인삼주를 대상으로 이들에게서 느낄 수 있는 맛과 향의 특성을 묘사하게 한 후 공통적으로 묘사된 8가지의 맛과 냄새를 선정하였다. 쌀 품종별 인삼주의 선정된 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 좋다 9, 가장 싫다 1의 점수로 표시하여 그 평균값을 QDA(quantitative descriptive analysis) 그래프로 도시하였으며 분산분석과 다범위 검정에 의하여 시료간의 유의성을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 알콜 발효 조건

기호도와 생리 기능성이 우수한 인삼 발효주 제조를 위한 최적 담금 조건을 검토하기 위하여 위와 같이 칩쌀과 각종 품종의 멥쌀에 인삼을 덧밥 기준으로 1%, 4%, 8%씩 각각 첨가한 다음 주모를 가하여 일정기간 발효시키면서 에탄올 생성량을 조사한 결과 일품쌀에 누룩을 10% 첨가하고 인삼을 4% 첨가하여 10일간 발효시켰을 때 최고 15.6%의 에탄올이 생성되었고 쌀 품종과 인삼첨가량에 따라서 큰 차이 없이

**Table 1.** Effect of some kinds of rice and ginseng concentration on the alcohol fermentation of traditional ginseng liquors

Rices	Addition amount of ginseng (%)	Ethanol (%)	Final pH	Total acid (%)*	Volatile acid (%)
Sindongjin	1	15.0	4.37	0.267	0.0040
	4	14.5	4.42	0.257	0.0045
	8	15.0	4.36	0.260	0.0047
Daesan	1	14.0	4.39	0.257	0.0027
	4	15.2	4.52	0.273	0.0039
	8	15.2	4.47	0.261	0.0039
Ilpum	1	11.2	4.62	0.232	0.0044
	4	15.6	4.52	0.208	0.0055
	8	14.4	4.60	0.261	0.0029
Nongho	1	14.8	4.49	0.255	0.0041
	4	14.6	4.37	0.277	0.0047
	8	14.4	4.50	0.255	0.0039
Namgang	1	15.3	4.50	0.273	0.0038
	4	14.3	4.35	0.263	0.0043
	8	14.0	4.34	0.266	0.0027

\*Total acid content was described as succinic acid.

14.0%~15.6% 에탄올이 생성되었다(Table 1).

이는 동일한 조건으로 제조한 민들레 발효주의 에탄올 생성량 15.5%<sup>2)</sup>와 캐모마일 발효주<sup>21)</sup> 및 아카시아 발효주<sup>22)</sup>의 에탄올 생성량과 비슷한 결과로서 민들레나 캐모마일, 아카시아, 인삼 등과 같은 약용식물이 쌀을 주원료로 제조되는 민속주의 알콜발효에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 추정된다.

### 2. 쌀 품종별 인삼 민속주의 특성

수삼을 덧밥 기준으로 1%, 4%, 8%로 각각 첨가하여 위와 같이 술을 제조했을 때 쌀의 품종에 따라서 기호도가 높은 수삼첨가량은 남강쌀은 1%, 나머지 쌀은 4%이었다. 이들 인삼주에서 단맛, 신맛, 쓴맛, 누룩 맛이 느껴졌고 인삼 냄새, 누룩 냄새, 알콜 냄새, 흙 냄새 등이 느껴졌으며 쌀의 품종에 따라 누룩 맛과 흙 냄새는 차이가 있었으나 단맛, 신맛, 알콜 냄새 등에서는 큰 차이를 나타내지 않았다.

술의 냄새와 맛을 종합한 전체적인 기호도는 일품쌀로 제조한 술이 쓴맛과 신맛, 누룩 맛이 적게 느껴지고, 인삼 고유의 냄새가 많이 느껴져서 가장 높은 평가를 받았으며, 농호쌀, 신동진쌀, 대산쌀, 남강쌀의 순으로 기호도가 높은 것으로 나타났다(Fig. 1). 이러한 평가 결과를 분산분석 하였을 때 F값은 3.67로서 5% 수준에서 유의적인 차이가 인정되었으며 Duncan의 다범위 검정을 이용하여 각각의 시료간의 유의적인 차이를 조사한 결과 일품쌀과 농호쌀은 다른 쌀과 5% 수준에서 차이

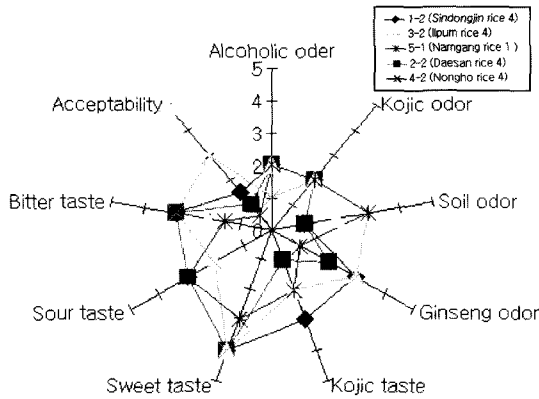


Fig. 1. The QDA profiles for taste and odor of traditional ginseng liquors.

Table 2. Colors of the traditional ginseng liquors.

Liquors	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
Sindongjin rice-1%	93.94	-0.005	0.07
Sindongjin rice-4%	91.70	-0.10	0.15
Sindongjin rice-8%	95.50	0.23	2.43
Daesan rice-1%	85.54	-0.15	0.85
Daesan rice-4%	88.19	-0.44	1.62
Daesan rice-8%	91.01	-0.23	2.79
Ilpum rice-1%	89.93	-0.34	1.14
Ilpum rice-4%	88.88	-0.29	2.01
Ilpum rice-8%	91.19	-0.21	2.43
Nongho rice-1%	85.99	-0.12	1.29
Nongho rice-4%	87.34	-0.01	1.45
Nongho rice-8%	89.02	0.20	2.12
Namgang rice-1%	99.13	-1.17	1.63
Namgang rice-4%	91.92	-0.15	1.83
Namgang rice-8%	98.11	-0.10	1.98

가 있었고 나머지 품종별 쌀간에는 유의적인 차이가 인정되지 않아서 기호도에서 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

쌀 품종과 인삼농도를 달리하여 제조한 인삼주의 색도를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값은 수삼 4%를 기준으로 할 때 쌀 품종별로 남강쌀 인삼 민속주와 신동진쌀 인삼 민속주가 다소 높았고 대산쌀, 일품쌀, 농호쌀 인삼 민속주들이 다소 낮았다. 인삼의 첨가량에 따라서는 대

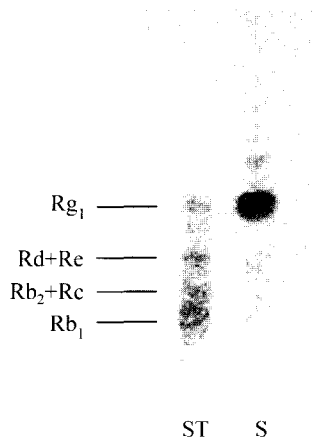
체로 인삼첨가량이 많을 때 L값이 높았는데 이는 발효과정 중에 인삼에서 용출된 당화효소에 의해 쌀 전분의 분해가 촉진되어 탁도가 감소됨으로써 L값이 다소 높아진 것으로 생각된다. a값(적색도)은 시료간에 큰 차이가 없었으나 b값(황색도)은 인삼첨가량이 많을수록 다소 높게 나타났다.

기호도가 가장 높고 색상이 우수한 일품쌀의 4% 인삼 첨가 민속주의 생리 기능성을 조사하였다(Table 3). 먼저 인삼 4% 첨가 일품쌀 민속주의 ACE 저해활성은 80.8%로 인삼을 첨가하지 않은 대조구보다도 약 9%이상 높게 나타났다. ACE는 체내 혈압조절에 관여하는 레닌계에서 엔지오텐신(I)을(II)로 전환시켜 혈관을 수축시킴으로 고혈압을 유발시키는 효소로 알려져 있고 고혈압을 예방하는 방법의 하나로 ACE 저해제에 관한 탐색과 개발 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>21)</sup> 이들 가운데 Saito 등<sup>23)</sup>은 일본 청주와 청주박에서 ACE 저해활성이 있었다고 보고하였고, 류 등<sup>24)</sup>은 쌀, 보리 등의 곡류를 효소 분해시켰을 때 ACE 저해활성이 나타났다고 보고하였으며, 일반적으로 peptide에 의하여 ACE 저해활성이 나타나는 것으로 알려져 있다. 따라서 인삼을 첨가하지 않은 술인 대조구에서 71.1%의 ACE 저해활성을 보인 것은 원료인 덧밥 중의 단백질이 효소분해되어 ACE 저해 펩타이드가 생성되었기 때문인 것으로 추정되고<sup>22)</sup> 인삼 4% 첨가 일품쌀 민속주에서는 인삼 으로부터 용출된 ACE 저해물질에 의해 대조구보다 약 9% 이상 높아진 80.8%의 ACE 저해활성을 보인 것으로 추정된다. 또한 이 결과들은 민들레 발효주 (16.2%),<sup>2)</sup> 캐모마일 발효주(36.7%)<sup>21)</sup> 시판중인 GS 인삼주 (60.0%) 보다 높았다.

인삼 4% 첨가 일품쌀 민속주의 tyrosinase 저해활성은 17.8%이었다. 일반적으로, tyrosinase는 피부의 표피 기저층에 존재하는 멜라노사이트에서 tyrosine을 산화시켜서 멜라닌의 생성을 촉진시킨다. Tyrosinase 저해활성은 피부의 미백과 피부 노화방지 등의 역할을 하므로 천연물로부터 tyrosinase 저해활성 물질을 찾아내려는 연구가 활발히 진행되어 왔으며 flavonoid 화합물, tannin, phenol, carboxylic acid, stiben 유도체, sesquiterpene 등이 주요 활성성분인 것으로 알려졌다. 본 실험의 인삼 4% 첨가 일품쌀 민속주에서도 이들 활성이 있는 것은 원료인 인삼 중에 함유되어있는 페놀화합물 등의 tyrosinase 저해물질들이 발효액으로 용출되었기 때문인 것으로 추정된다.

Table 3. Physiological functionalities of the traditional ginseng liquors

Liquors	ACE inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (U)	Electron-donating ability (%)	SOD-like activity (%)	Tyrosinase inhibitory activity (%)	Nitrite scavenging activity (%)
Ilpum-4%	80.8	-	1.8	-	17.8	-
Control	71.1	5.6	1.6	20.6	75.5	12.2



**Fig. 2.** Ginsenosides composition of crude saponin of Ilpum-4% traditional ginseng liquor. (ST : Standard ginsenosides, S : Sample)

최근, 여러 가지 질병들이 활성산소로 인한 생체내의 산화적 스트레스에 기인하는 것으로 알려져 있어서 항산화작용을 나타내는 천연물을 찾아내고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 산화성 활성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 인삼 4% 첨가 일품쌀민속주의 전자공여능은 1.8%로 낮았으며, superoxide anion을 산소로 산화시켜 주는 superoxide dismutase(SOD) 유사활성은 없었다. 또한 혈전 용해활성과 아질산염 제거활성도 나타나지 않았다.

한편 인삼 4% 첨가 일품쌀 민속주에는 약 0.53%의 조사포닌을 함유하고 있었고 이들의 진세노사이드 패턴을 TLC로 분석한 결과 Fig. 2와 같이 7가지 ginsenosides 성분이 검출되었으며 G-Rg1성분이 많은 것으로 나타났다.

이상의 실험결과들을 종합하여 볼 때 일품쌀에 4%의 인삼을 첨가하여 제조한 인삼 민속주는 고혈압 예방에 직접 관련되는 ACE 저해활성이 우수하고 tyrosinase 저해활성이 있으며 인삼의 약리효능을 나타내는 사포닌을 함유하고 있고 기호도가 우수하였으므로 고부가가치의 약용 민속주로 산업적 응용성이 클 것으로 추정된다.

## 요 약

인삼을 이용한 고부가가치의 생리 기능성 민속주를 개발하기 위하여 신동진쌀, 대산쌀, 일품쌀, 농호쌀, 남강쌀 등에 인삼을 덧밥 기준으로 각각 1%, 4%, 8%씩 첨가한 다음 주모를 가하여 25°C에서 10일간 발효시켰을 때 약 14.0%~15.6%의 에탄올이 생성되었고 쌀 품종간의 에탄올 생성량에는 큰 차이가 없었다. 그러나 기호도와 색상은 일품쌀에 인삼을 4% 첨가하여 제조한 인삼 민속주가 제일 우수하였고 고

혈압 예방에 관련된 ACE 저해활성이 약 80.8%로 높았다. 또한 일품쌀 4% 인삼 민속주는 0.53%의 조사포닌을 함유하고 있었다.

## 인용문헌

1. Min, Y. K. and Jeong, H. S. : *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 210 (1995).
2. Kim, J. H., Lee, H. S., Kim, N. M., Choi, S. Y., Yoo, J. Y. and Lee, J. S. : *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **28**, 367 (2000).
3. Seo, S. B., Han, S. M., Kim, J. H., Kim, N. M. and Lee, J. S. : *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* **16**, 153 (2001).
4. 한국 인삼 연조 연구원 : 최신 고려 인삼-성분과 효능-. 한림원 p. 23 (1998)
5. 주충노, 김재원 : *고려인삼학회지* **8**, 75 (1984).
6. 안미라, 김태우, 조영동, 강두희 : *고려인삼학회지* **9**, 86 (1985).
7. 강방희, 주충노 : *한국생화학회지* **18**, 285 (1985).
8. Hwang, W. I. : *Korean J. Biochem.* **8**, 1 (1976).
9. 황우익, 오수경 : *고려인삼학회지* **8**, 153 (1984).
10. 이화재, 김동윤, 장재철 : *고려인삼학회지* **23**, 182 (1999).
11. 황우익, 백나경 : *고려대학교 의과대학 논문집* **28**, 481 (1991).
12. 김동청, 이지영, 안만진, 채희정, 황윤경, 황우익 : *고려인삼학회지* **25**, 156 (2001).
13. Cushman, D. W. and Cheung, H. S. : *Biochemical. Pharmacology*, **20**, 1637 (1971).
14. Fayek, K. I. and El-Sayed, S. T. : *Zeit. fur Allgem. Mikrobiol.* **20**, 375 (1980).
15. Kim, Y. T. : *Ph. D. Dissertation, Dept. of Food Sci. Technol., Sejong University, Seoul.* p. 15 (1995).
16. Marklund, S. and Marklund, G. : *Eur. J. Biochem.* **47**, 469 (1974).
17. Blois, M. S. : *Nature*, **191**, 1199 (1958).
18. Lee, J. S., Yi, S. H., Kwon, S. J., Ahn, C. and Yoo, J. Y. : *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **25**, 448 (1997).
19. Sung, C. K. and Cho, S. H. : *Korean Biochem. J.* **25**, 79 (1992).
20. Kato, H., Lee, I. E., Chuyen, N. V., Kim, S. B. and Hayase, F. : *Argic. Biol. Chem.* **51**, 1333 (1987).
21. Lee, D. H., Kim, J. H., Kim, N. M. and Lee, J. S. : *Kor. J. Food Sci. Thchnol.* **34**, 109 (2002).
22. Seo, S. B., Kim, J. H., Kim, N. M. and Lee, J. S. : *Korean J. Biochnol. Bioeng.* (2002) (in press).
23. Saito, Y., Nakamiura, K., Kawato, A. and Imayasu, S. : *Bio-sci. Biotech. Biochem.* **58**, 1767 (1994).
24. Rhyu, M. R., Nam, R. J. and Lee, H. Y. : *J. Biotechnol.* **4**, 334 (1996).