

자두(*Prunus salicina*)를 이용한 주류의 제조 및 생리기능성

서 승 보·한 상 미·김 재 호·¹김 나 미·†이 종 수
배재대학교 유전공학과·생물의약연구센터, ¹한국인삼연초연구원
(접수 : 2001. 2. 28., 게재승인 : 2001. 4. 16.)

Manufacture and Physiological Functionality of Wines and Liquors by Using Plum (*Prunus salicina*)

Seung-Bo Seo, Sang-Mi Han, Jae-Ho Kim, Na-Mi Kim¹, and Jong-Soo Lee[†]

Department of Genetic Engineering and Bio-Med. RRC, Paichai University, Taejon 302-735, Korea

¹Division of Product Development, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-735, Korea

(Received : 2001. 2. 28., Accepted : 2001. 4. 16.)

Alcohol fermentation conditions for the production of plum wine were investigated and further, sensory evaluation and physiological functionalities of the plum wines were also determined and compared with those of plum liquors made by soaking plums in a mixture of commercial soju and 10% sugar for 15, 30, 60 and 120 days. Ethanol was produced maximally when 5% *Saccharomyces cerevisiae* was added to red plum juices and fermented at 25°C for 5 days. Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity and fibrinolytic activity of the red plum wine were better than those of the plum liquors. However, the antioxidant activity, the SOD-like activity and the tyrosinase inhibitory activity of the plum liquors were better than those of the red plum wine. On comparing the red plum wine and the various kinds of plum liquors, the red plum wine was shown to be more acceptable by sensory evaluation.

Key Words : *Prunus salicina*, physiological functionality, wine, liquors

서 론

우리 나라 자두는 신라시대 때부터 재배되어오고 있는 오래된 과실로서 동양계(*Prunus salicina*), 유럽계(*Prunus domestica*), 미국계(*Prunus americana*)중에서 동양계에 속하며 미국이나 유럽계 자두와는 달리 맛이 좋고 유효성분을 많이 함유하고 있어(1,2) 생식용이나 가공용으로 널리 사용되고 있다. 특히 병충해 피해가 적고 재배하기 쉬우므로 앞으로 재배면적과 생산량은 더욱 늘어날 전망이다.

자두의 화학성분 조성은 품종과 재배환경에 따라 다소 차이가 있지만 수분 85%, 섬유 1.1%, 당질 12.6%, 칼슘 8 mg%, 인 11 mg%, 철 1.3 mg%, Vit C 5 mg%, Vit B1 0.02 mg%, Vit B2 0.03 mg%이고 각종 비타민과 사과산, 구연산 등의 유기산 및 과당을 비교적 많이 함유하고 있다(1).

자두의 약리기능성으로는 먼저 간장이 나쁜 사람에게 효험이 있고, 칼슘함량이 타 과실에 비해 2~4배 높아 어린이의 발육이나 노인들의 골다공증 예방에 좋으며 식욕증진, 변

비, 빈혈예방, 숙취해소와 풍치 및 충치 치료효과도 있으며 정혈작용이 있다고 알려져 있다. 특히 전국 생산량의 27%를 차지하는 김천자두는 소화기능촉진과 스트레스 해소 및 피로 회복에 탁월한 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(1).

그러나 자두는 조직이 비교적 유연하여 저장성이 매우 약하므로 저장 및 유통과정 중에 품질이 저하되는 문제점이 있어 주로 생식으로 이용되고 있고 일부 통조림이나 침출주 형태로 가공되고 있을 뿐이다. 따라서 저장성을 향상시킬 수 있는 기술의 개발과 더불어 수확직후의 다양한 가공품의 개발이 절실히 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 자두를 이용한 새로운 가공식품 개발의 일환으로 먼저 생리기능성 자두술을 제조하기 위하여 알콜발효 조건을 검토 하였고 최적조건에서 제조한 발효주와 소주와 설탕으로 일정시간 침출시켜 제조한 침출주들의 관능 검사와 여러 가지 생리기능성을 조사 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

자두는 2000년 7월에 김천에서 재배된 후무사와 홍자두를 시중에서 구입하여 사용하였고 알콜발효용 효모로는 *Saccharomyces cerevisiae*(청주용 효모 : 발연 7호)를 사용하

†Corresponding Author : Department of Genetic Engineering,
Paichai University, Doma-2 dong, Taejon 302-735, Korea
Tel & Fax : +82-42-520-5388
E-mail : biotech8@mail.paichai.ac.kr

였다.

기능성 측정용 시약으로 Hip-His-Leu과 rabbit lung powder, fibrin, pyrogallol, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl 등은 Sigma 사 제품을 사용하였고 그 밖의 시약은 분석용 특급을 사용하였다.

알콜발효

자두를 착즙하여 얻은 과즙을 20° brix로 보당하고 K₂S₂O₅를 150 ppm 첨가하여 상온에서 2시간 방치시킨 후 효모를 과즙의 5% 접종한 다음 25°C에서 발효시켰다.

침출주는 시중에서 제조되는 방법을 이용하여 자두 1 kg에 시판 소주(23% alcohol) 1.8 l를 첨가한 후 자두량의 10%의 설탕을 첨가한 다음 15일에서 120일까지 침지시켜 제조하였다.

생리 기능성 측정

자두 발효주와 침출주 각각 50 ml를 감압 건조하여 알콜을 모두 제거하고 증류수를 사용하여 50 ml로 정용한 후 다음과 같이 성인병에 관련이 되는 몇 가지 생리 기능성을 측정하였다(8).

먼저 angiotensin-converting enzyme(ACE) 저해 활성은 Cushman 등(9)의 방법에 따라 시료액에 동일 용량의 ethyl acetate를 처리하여 얻은 추출액 60 µL를 rabbit lung powder에서 추출한 ACE용액(100 mU/mL) 30 µL와 기질 용액(pH 8.3의 100 mM borate 완충용액에 500 mM NaCl과 6.5 mM Hip-His-Leu을 녹인 것) 300 µL와 섞은 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 0.5 N HCl로 반응을 정지시켰다. 이 반응액에 유리되어 나오는 hippuric acid의 양을 228 nm에서 흡광도를 측정하여 산출(9) 하였고 시료를 첨가하지 않은 것을 대조구로하여 저해율을 구하였다.

또한, 혈전용해활성은 Fayek 등(10)과 김(11)의 방법에 따라 0.6% fibrin 용액 3 mL에 시료 500 µL를 첨가하여 40°C에서 10분간 반응시킨 후 0.4 M TCA 용액 3 mL을 첨가하여 반응을 정지시키고 여과하였다. 이 여과액을 1 N folin 시약으로 발색시켜서 용출된 tyrosine의 양을 정량 하였다. 이때 효소 1 단위는 조효소액 1 mL가 1분동안 tyrosine 1 µg을 생산하는 활성으로 하였다.

SOD-유사활성은 Marklund 등(12)의 방법에 따라 시료액 20 mL에 55 mM Tris-cacodylic acid buffer(TCB, pH 8.2)를 가한 후 균질화하고 원심분리하여 얻은 상등액을 pH 8.2로 조정하고 TCB를 사용하여 50 mL로 정용한 후 시료액으로 사용하였다. 시료액 950 µL에 50 µL의 24 mM pyrogallol을 첨가하여 420 nm에서 초기 2분간의 흡광도 증가율을 측정하여(12) 시료액 무첨가구와 비교하였다.

항산화 활성은 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원력을 이용하는 Blois(13)와 이등(14)의 방법으로 측정하였다. 시료 200 µL에 DPPH 용액(DPPH 12.5 mg을 EtOH 100 mL에 용해) 800 µL을 가한 후 10분간 반응시키고 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료무첨가 대조구와 활성을 비교하였다.

Tyrosinase 저해 활성은 성등(15)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 무첨가구와 비교하였다.

아질산염 제거활성은 Kato 등(16)의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 2 mL에 시료액 1 mL을 첨가한 후 총 부피를 10 mL로 조정하고 37°C에서 1시간 반응시켰다. 이 반응액 1 mL을 취하여 2% 초산용액 5 mL, griess시약 0.4 mL을 가한 후 혼합하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 시료액 무첨가구와 비교하였다.

성분 분석 및 관능검사

원심분리한 발효액을 상압에서 수증기로 증류한 다음 주정계로 에탄올 함량을 측정하였고, pH는 pH meter(Accumet Basic pH Meter, Fisher Sci. Co.)로 측정하였다(4,8). 총산은 발효액 일정량을 1% 페놀프탈레인 지시약으로 하여 0.1 N NaOH용액으로 적정한 후 주석산으로 표시하였고 휘발산은 증류액 일정량을 취하여 총산에서와 같이 측정 하였다(4). 색도는 색차계 (Minolta CT-20, Japan)로 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하여 표시하였다(3,4).

자두 발효주와 침출주의 관능검사는 포도주 관능 검사법(5)을 참고하여 배재대학교 학생들과 한국인삼연초연구원의 훈련된 관능평가원에 의하여 다음과 같이 실시되었다. 침지시간을 달리하여 제조한 침출주의 관능평가는 관능평가원 32명을 대상으로 홍자두와 후무사로 구분하여 향과 맛, 색깔 등의 관능특성을 고려한 전체적인 기호도를 순위기호시험법으로 가장싫다 1, 가장좋다 4로 순위를 평가하게 하였다.

순위를 무작위 독립변수로 환산하여 분산분석과 Duncan의 다범위검정을 실시하여 시료간의 유의성을 조사하였다(6). 또한 발효주, 홍자두 침출주, 후무사 침출주의 관능특성과 전체적인 기호도 조사는 관능평가원 중 5명을 선발하여 정량적묘사분석법을 실시하여 평가하였다. 각각의 처리조건에서 기호도가 높게 평가되었던 5일 발효주와 홍자두 30일 침출주, 후무사 30일 침출주에 대하여 향과 맛에 대한 묘사를 하게 하고 공통적으로 묘사된 특성에 대하여 0-9의 강도를 표시하게 하여 그 강도를 다각형 그림으로 나타내었다(7).

결과 및 고찰

홍자두 발효주의 특성

홍자두로부터 얻은 쥬스(pH 3.5)를 20° brix로 보당한 후 위와 같이 발효시키면서 물리화학적 성분과 에탄올 함량의 변화를 조사한 결과 pH는 발효 7일에 3.1로 약간 낮아졌고 총산과 휘발산 함량은 발효일수 경과에 따라 큰 변화가 없었다(Table 1). 또한 에탄올 함량은 발효 5일에 약 11%를 보였고 발효시간을 길게 하여도 더 이상 증가되지 않았다.

홍자두 쥬스를 5일간 발효시켜 제조한 홍자두 발효주의 생리 기능성을 조사한 결과 SOD유사활성과 tyrosinase저해활성 및 아질산염 제거활성 등이 쌀을 주원료로 제조한 민속주보다(3) 높았고 ACE저해활성도 21.6%을 보였다(Table 2). 이는 일반 곡류에 비하여 자두에는 각종 유기산과 안토시안계 색소류들이 비교적 많이 함유되어 있기 때문인 것으로 생각되었고 홍자두 발효주에서 ACE저해활성과 혈전용해활성이 낮

Table 1. Changes of chemical components and ethyl alcohol in red plum wine during fermentation at 25°C.

Chemical components	Fermentation periods(days)			
	1	3	5	7
pH	3.5	3.3	3.3	3.1
Total acid(%)	0.13	0.13	0.13	0.14
Volatlie acid(%)	0.001	0.002	0.003	0.002
Ethyl alcohol(%)	0	7	11	11

Table 2. Physiological functionalities and color of the red plum wine.

ACE inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (IU)	Antioxidant activity (%)	SOD-like activity (%)	Tyrosinase inhibitory activity (%)	Nitrite scavenging activity (%)	Colors*		
						L	a	b
21.6	17.4	25.2	41.1	51.8	45.1	63.10	23.71	34.49

* L ; lightness, a ; redness, b ; yellowness

Table 3. Changes of physiological functionalities in the humoosa plum liquor and red plum liquor during soaking.

Soaking periods (Days)	ACE inhibitory activity (%)	Fibrinolytic activity (IU)	Antioxidant activity (%)	SOD-like activity (%)	Tyrosinase inhibitory activity (%)	Nitrite scavenging activity (%)
Humoosa liquor	15	-	6.2	12.9	16.4	18.9
	30	-	5.8	17.9	36.0	20.4
	60	-	4.4	28.2	77.6	17.4
	120	-	4.4	35.3	21.6	16.6
Red plum liquor	15	-	9.0	11.4	18.5	26.3
	30	-	8.8	19.7	31.0	30.8
	60	-	6.0	46.5	61.5	22.4
	120	-	5.0	67.0	15.8	11.3

은 것도 일반적으로 과일 중에는 이들 기능성을 나타내는 펙타이드가 적게 함유되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

한편 홍자두 발효주의 색도로서 L(명도)값은 63.10으로 민들레 발효주(4)와 케모마일 발효주(17)보다 낮았으나 a값(적색도)과 b값(황색도)은 홍자두 고유의 적색과 황색에 의하여 이들 발효주(4,17)보다 높았다.

자두 침출주의 특성

후무사 자두와 홍자두에 위와 같이 소주와 설탕을 첨가하여 상온에서 15일, 30일, 60일, 120일간씩 침지하여 제조한 각 침출주들의 알콜함량은 담금직후 23%에서 침지 15일에 14%로 낮아진후 침지기간이 길어짐에 따라 큰 변화가 없었고(data not shown), 이들의 생리 기능성을 조사한 결과 ACE 저해활성은 없었고 혈전용해활성은 침지 시간이 길어짐에 따라 낮아지는 경향을 보였으며 홍자두 침출주가 후무사 침출주보다 조금 높았다 (Table 3).

또한 항산화활성은 침지 기간이 길어짐에 따라 높아져서 침지 120일의 후무사 침출주가 35.3%, 홍자두 침출주가 67%를 보여 홍자두 침출주가 후무사 침출주보다 더 높았다. SOD 유사활성은 침지 기간이 길어짐에 따라 증가하여 침지 60일의 후무사 침출주는 77.6%, 홍자두 침출주는 61.5%를 보였으나 120일 침출주에서는 오히려 낮아졌다. 이들 두 기

Table 4. Overall acceptability of red plum liquor and humoosa liquor during soaking.

Plum	Soaking periods(days)	Sum of ranking order	F-value
Red plum	15	112	8.17 > 3.86 (F=0.01)
	30	48	
	60	68	
	120	92	
Humoosa	15	104	6.28 > 3.86 (F=0.01)
	30	52	
	60	100	
	120	64	

능성이 홍자두 발효주보다 60일 침출주에서 높은 것은 이들 생리기능성에 관여하는 물질들이 첨가된 알콜에 의해서 60일 동안 계속 용출되었기 때문인 것으로 생각된다.

한편, tyrosinase저해활성과 아질산염 제거활성은 침지 30일 까지 약간 증가 하였다가 60일 이후에는 감소하였으며 홍자두 침출주가 후무사 침출주보다 대체로 이들 두 활성이 높았다.

각종 침출주의 관능평가와 색도를 측정된 결과는 Table 4, 5과 같다. 맛과 향, 색깔 등의 관능특성을 고려한 전체적인

Table 5. Changes of color in the humoosa plum liquor and red plum liquor during soaking.

Soaking periods (Days)	Humoosa liquor			Red plum liquor		
	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)
15	94.94	-0.28	15.00	60.78	50.34	38.03
30	95.19	-0.77	16.61	67.10	39.08	37.34
60	96.71	-1.09	13.66	74.02	22.32	33.83
120	93.59	-0.93	11.49	72.16	10.45	32.14

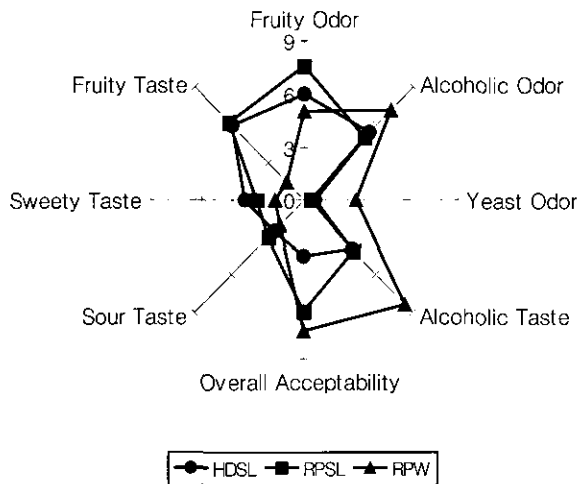


Figure 1. Quantitative descriptive analysis (QDA) diagrams of plum wine and soaked liquors. RPW; red plum wine, RPSL; red plum 30 days soaked liquor, HDSL; humoosa plum 30 days soaked liquor.

기호도의 순위를 1순위에서 4순위의 점수로 나타내게 한 후 순위를 합한 총점은 홍자두의 경우 30일 침출주가 가장 낮아 1순위로 조사 되었고 60일 침출주, 120일 침출주, 15일 침출주의 순으로 기호도가 높은 것으로 나타났다. 과일 향과 맛은 30일 침출주에서 강하게 느껴졌고 침지 시간이 길어질수록 자두의 향미와 색은 증가하였으나 자두의 신맛 또한 증가하여 전체적인 기호도에 좋지 않은 영향을 주었으며 홍자두 침출주 중에서는 30일 침출주의 기호도가 가장 높은 것으로 최종 선정 되었다. 분산분석에 의한 F값을 8.17로서 1% 수준에서 시료간의 유의차가 있었으며 Duncan의 다범위검정(6)을 행한 결과 30일 침출주와 60일 침출주와는 유의적인 차이가 인정되지 않았고 120일 침출주, 15일 침출주와는 1% 수준에서 유의성이 있는 것으로 분석 되었다.

후무사의 경우에도 30일 침출주의 기호도 순위총점이 제일 낮아 1순위, 120일 침출주가 2순위, 60일 침출주와 15일 침출주가 각각 3,4순위인 것으로 조사 되었다. 후무사 침출주도 홍자두와 마찬가지로 30일 침출주에서 과일 향과 맛, 색이 잘 발현되어 기호도가 가장 높았으며 후무사가 홍자두에 비하여 신맛이 적고 단맛이 강하며 적색이 약하기 때문에 단맛과 색이 오랫동안 많이 용출된 120일 침출주가 신맛이 강하고 색이 연한 60일 침출주보다 기호도가 높게 평가된 것으로 생각된다. 시료간의 유의성을 검증하기 위하여 분산분석을 하였을 때 F값이 6.28로서 1% 수준에서 시료간의 유의차가 있었으며, Duncan의 다범위검정결과 15일 침출주와 60일 침

출주간에는 통계적인 유의차가 인정되지 않았고 그 밖의 시료간에는 1% 수준에서 유의성이 있는 것으로 분석되었다.

홍자두를 5일 동안 발효시킨 발효주와 홍자두와 후무사 30일 침출주에 대하여 향과 맛 및 전체적인 기호도에 대한 관능특성을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 발효주의 경우에는 효모냄새가 강하게 느껴졌고, 알콜맛과 과일향이 적당한 것으로 평가되었다. 홍자두 침출주는 과일향미가 가장 강하였고, 알콜향미도 많이 발현 되었다. 후무사 침출주도 과일향미가 강하였고 홍자두 침출주에 비하여 알콜향미와 단맛이 조금 더 강하였으나, 신맛은 조금 약한 것으로 평가 되었다. 전체적인 기호도에 있어서는 홍자두 발효주가 가장 높았고 홍자두 침출주, 후무사 침출주 순으로 나타났다.

요 약

자두를 이용한 기능성 과일 주류를 개발하기 위하여 먼저 알콜발효 조건을 검토한 결과 홍자두 주스(20° brix)에 *Saccharomyces cerevisiae*를 5% 접종하여 25°C에서 5일간 발효시켰을 때 에탄올이 가장 많이 생성 되었다. 홍자두 발효주는 SOD유사활성과 tyrosinase저해활성 및 아질산염 제거활성이 높았고 항산화활성과 ACE저해활성, 혈전용해활성 등도 약하게 나타났다. 침출주의 경우에 ACE저해활성은 없었고 혈전용해활성은 매우 낮았으나 SOD유사활성과 tyrosinase저해활성, 항산화활성 등은 발효주보다 더 높았다. 침출기간을 달리한 침출주의 관능평가 결과 홍자두와 후무사 모두 30일 침출주가 기호도가 가장 높았고, 홍자두 발효주와 홍자두 침출주, 후무사 침출주의 관능평가에서는 홍자두 발효주가 기호도가 가장 높게 조사 되었다.

감 사

본 연구는 한국과학재단지정 배재대학교 생물약연구센터의 지원에 의한 연구결과와 일부임.

REFERENCES

- Kim, J. Y (1973), Home Fruit Tree, p.207, Oseung Press, Seoul.
- Chung, K. H (1999), Morphological characteristics and principal component analysis of plums, *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 17, 23-28.
- Kim, J. H (2000), Detection and development of nutraceuticals by biotechnological techniques, M.S. Thesis,

- Dept. of Genetic Engineering, Paichai University, Taejon.
4. Kim, J. H., N. M. Kim, S. Y. Choi, and J. S. Lee (2000), Manufacture of Korean traditional liquors by using Dandelion(*Taraxacum platycarpum*), *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **28**, 342-346.
 5. Amerine, M. A. and E. B. Roessler (1975), Wines, their sensory evaluation, p.121, Freeman, W. H. Co. San Francisco.
 6. Lee, C. H., S. K. Chae, J. K. Lee, and B. S. Park (1982), Quality Control of Food Industry, p.122-160, Yurim Munwha-sa, Seoul.
 7. Howard Moskowitz (1988), Applied Sensory Analysis of Foods, p.44-71, CRC press.
 8. Min, Y. K. and H. S. Jeong (1995), Manufacture of some Korean medicinal herb liquors by soaking, *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**, 210-215.
 9. Cushman, D. W. and H. S. Cheung (1971), Spectrophotometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung, *Biochemical. Pharmacology*, **20**, 1637-1648.
 10. Fayek, K. I. and S. T. El-Sayed (1980), Purification and properties of fibrinolytic enzyme from *Bacillus subtilis*, *Zeit. fur Allgem. Mikrobiol.* **20**, 375-382.
 11. Kim, Y. T (1995), Characteristics of fibrinolytic enzyme produced by *Bacillus* sp. isolated from chungkookjang, Ph. D. Dissertation, Dept. of Food Sci. Technol., Sejong University, Seoul.
 12. Marklund, S. and G. Marklund (1974), Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase, *Eur. J. Biochem.* **47**, 469-474.
 13. Blois, M. S (1958), Antioxidant determination by the use of stable free radical, *Nature*, **191**, 1199-1200.
 14. Lee, J. S., S. H. Yi, S. J. Kwon, C. Ahn and J. Y. Yoo (1997), Enzymatic activities and physiological functionality of yeasts from traditional Meju, *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **25**, 448-452.
 15. Sung, C. K. and S. H. Cho (1992), Studies on the purification and characteristics of tyrosinase from *Diospyros kaki Thunb*, *Korean Biochem. J.* **25**, 79-87.
 16. Kato, H., I. E. Lee, N. V. Chuyen, S. B. Kim, and F. Hayase (1987), Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins, *Argic. Biol. Chem.* **51**, 1333-1338.
 17. Lee, D. H., J. H. Kim, N. M. Kim, and J. S. Lee (2001), Manufacture and physiological functionality of Korean traditional liquors by using chamomile(*Matricaria chamomile*), *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* (in press)