

인삼박을 첨가한 약주의 제조 및 이화학적 특성

이인선 · 양의주 · 정용진* · 서지형*

계명대학교 식품가공학과, *경북과학대학 식품계열 전통발효식품과

Fermentation Process and Physiochemical Characteristics of *Yakju*(Korean cleared rice wine) with Addition of Ginseng Powder

In-Seon Lee, Eui-Joo Yang, Yong-Jin Jeong* and Ji-Hyung Seo*

Department of Food Science, Keimyung University

*Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science

Abstract

The characteristics and quality of *Yakju* with addition of ginseng powder originated in Choongchungdo were evaluated. At result, pH was decreased at the beginning stage of two stages fermentation and then slowly increased. Total acidity were increased in the cases of all (A), (B) and (C) during the fermentation. (A) group used *Nuruk*, crude enzyme and powder yeast showed the highest pH of 7.08 and total acidity of 0.84 at the 4th day of fermentation. The alcohol contents of B(21.0%) and C(20.4%) used cultured yeast were higher than A(19.0%) used powder yeast at the 4th day of fermentation. Also, inhibition against alcohol fermentation by ginseng powder wasn't showed and amino nitrogen contents were higher in (A) and (C) with addition of crude enzyme. Free sugar were the highest in (A) used both *Nuruk* and crude enzyme such as glucose of 599.16, maltose of 129.11mg%. Free amino acids were much more in A(580.02mg%) than in B(527.48mg%) and C(538.74mg%). From the sensory evaluation, desirable color and flavor quality for 40 ages was (A) and (B) which was used *Nuruk*, and that for 20 ages was (C) which was used crude enzyme. However the best taste and overall preference was (B) for 20 and 40 ages of all. Therefore to produce high quality *Yakju* and commercialize, studies of fermentation process in *Yakju* should proceed later.

Key words : *yakju*, ginseng, alcohol, wine

서론

우리나라 술의 기원은 언제부터인지 정확히 알 수는 없으나 문헌에 의하면 삼국시대 이전부터 전래되어 오랜세월을 거치는 동안 고유의 맛과 향을 지닌 전통민속주 형태로 발전되어 왔다(1,2). 조선시대에는 지방, 가정, 계절 및 용도에 따라 양조방법이 다양화되면서 약주류, 탁주류, 소주류, 약용주 등이 제조되

어 생활에 멧과 여유를 더해 주었다(3). 천연 식물약재를 이용하여 독특한 맛과 향, 기능성이 가미된 민속주는 각 가정에서 소규모로 제조되어 왔으나, 일제시대 이후 자가제조 금지로 전래되던 양조비법의 상당부분이 유실되었다(4,5). 전통민속주의 대부분은 쌀을 주원료로 누룩만을 발효제로 사용하며, 전통적인 누룩은 소맥을 조분쇄하여 압착·성형한 후 소맥분에 존재하는 미생물과 자연적으로 접종되는 사상균, 효모와 세균 등의 증식으로 당화력을 가지게 된다(6). 따라서 누룩만으로 제조된 민족주의 경우 당화력이 약하고 누룩 특유의 냄새 및 환경 의존적인 양조방법으로 주질이 일정하지 못하여 상품성도 떨어진다.

Corresponding author : Yong-Jin Jeong Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science Chilkok, Kyungpook 718-850, Korea

최근의 식생활패턴은 서구화, 고급화되는 추세로 과거에 비해 건강지향적이고 기호적 성향을 중시하는 경향을 보이고 있다. 기호성 식품인 주류 역시 매년 소비량이 급격하게 증가하고 있으며 이중 상당부분을 수입주류가 차지하고 있다. 따라서 전통민속주 고유의 기능성, 맛과 향을 복원하는 동시에 주류 소비층의 기호성을 감안한 새로운 형태의 전통민속주 개발이 시급하다(7,8).

충청도 지역의 농가에서는 농주를 제조할 때 수삼을 물추출하고 남은 인삼박을 이용하여 독특한 맛과 향이 있는 인삼약주를 빚어 왔으나 담금방법 등이 명확하지 않아 그 제조방법은 전래되지 못하고 있는 실정이며, 국내에서 인삼을 이용하여 생산되는 인삼주는 기타 제재주로 분류되는 알콜분 23~40%의 주정에 인삼 1분을 첨가한 형태의 제품만이 시판되고 있다. 한편 현재까지 탁주, 약주에 관한 연구에서 성(9)은 홍삼 추출물이 효모의 증식을 증가시킨다고 하였으며 양과 이(10)는 산성막걸리의 미생물학적 고찰, 이 등(11)은 원료를 달리한 술덧의 향기 성분 및 술덧의 품질 변화, 송 등(12)은 Cyclodextrin을 첨가한 탁주의 주질 변화에 관한 연구, 이 등(13)은 전통누룩으로 빚은 발효주의 품질 등에 대해 보고하였으나 인삼부산물을 이용한 주류에 관한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 인삼박을 첨가하고 누룩, 조효소제, 배양효모 등 발효제를 달리하여 약주를 제조하고 이들의 성분분석 및 관능평가를 통해 충청도지방에서 유래하는 인삼박을 첨가한 약주의 이화학적 특성 및 개발 가능성에 대해서 검토하였다.

재료 및 방법

재료

쌀은 1998년산을 대구시내 농협에서 구입하였으며, 인삼박은 충청북도 농가에서 열수추출 후 남은 인삼을 건조 후 분쇄하여 사용하였으며, 누룩은 상주곡자(주), 조효소제는 배정(주)의 양조용을 구입하여 사용하였다.

주모

경북과학대학 전통식품연구소에서 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* R12를 맥아즙 사면 배지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양하여 보관하면서 멸균된 맥아즙 배지에 접종하여 38시간 진탕배양하여 5%(v/v)을 주모로 사용하였으며, 분말효모는 미도화학공업사 제품을

0.03%(w/w)를 사용하였다.

담금방법

쌀을 수세하여 3시간 침지하고 상압으로 증자하여 각각의 조건으로 2단 담금을 하였다. 첫번째 구간(A)은 충청지역 농가에서 유래하는 방법에 준하여 쌀 1.2kg, 가수량 1.2ℓ, 엿질금 200g, 누룩 300g 및 분말효모 90g으로 1단 담금하여 30°C에서 1일간 발효하여 2단 담금시 쌀 2.8kg, 가수량 3.8ℓ, 누룩500g, 조효소제 15g과 인삼박 150g으로 담금하였다. 두번째 구간(B)은 쌀 1.2kg, 가수량 1.2ℓ, 누룩 300g, 주모 400mℓ로 1단 담금하여 30°C에서 1일간 발효하여 2단 담금시 쌀 2.8kg, 가수량 3.8ℓ, 누룩500g과 인삼박 150g으로 담금하였으며, 세번째 구간(C)은 쌀 1.2kg, 가수량 1.2ℓ, 조효소제 100g, 주모400mℓ로 1단 담금하여 30°C에서 1일간 발효하여 2단 담금시 쌀 2.8kg, 가수량 3.8ℓ, 조효소제 300g과 인삼박 150g으로 각각 30°C에서 4일간 발효하면서 성분분석을 하였다.

일반성분 분석

pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1N NaOH용액으로 중화적정하여 초산함량(%)으로 환산하였다. 색상은 시료 20mℓ를 취해 3000 rpm에서 15분간 원심분리한 상정액을 색도계(Chromameter, Model CR-300, CT310, Minolta Co., Japan)에 의하여 L값(백색도), a값(적색도) 및 b값(황색도)으로 나타내었다. 알콜함량 측정은 배양액을 원심분리한 후 상정액을 증류하여 alcohol hydrometer로 측정된 값을 Gay Lussac table로 환산하여 계산하였다. 아미노태질소는 Formol 적정법(14)으로 정량하였다.

유리당 분석

인삼박을 첨가한 약주 발효원액을 hexane으로 유지성분을 제거하고 0.45μm membrane filter와 Sep-pak C18로 색소와 단백질 성분을 제거한 다음 HPLC로 분석하였다. 이때 Column은 Shimpak NH₂ column (Shimadzu co. Japan)을, 용매로는 75% acetonitril(flow rate 0.8mℓ/min) 및 검출기는 RI를 사용하였다.

유리아미노산 분석

시료 10mℓ에 25% trichloroacetic acid 용액 20mℓ를 가해 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전 제거한 다음, 상정액을 3,000rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 상정액만 취하여 감압건조시켰다. 여기에 pH 2.2

의 citrate buffer 10ml를 가하여 희석시킨 후 0.45 μ m membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(S7130, Sykam co., Germany)로 분석하였다. Column 은 cation exchange column(LCK K06/Na type, Sykam co.), 용매는 0.2M sodium citrate buffer(0.45ml/min.)로 분리하여 ninhydrin(0.25ml/min.)과 반응후 UV detector 를 이용하여 570nm에서 검출하였다.

관능검사

알콜함량을 14%로 제성한 인삼주의 기호도를 평가 하기 위하여 20대와 40대의 청년층과 장년층으로 구분하여 남녀 관능검사원 10명을 무작위로 색, 향, 맛, 전반적인 기호도로 평가하였으며, 각 시료 모두 9점 척도법으로 측정하여 SAS program에 의한 Duncan's multiple range test로 분석하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도의 변화

전통적인 방법에 준하여 배양효모, 효소제를 달리 하여 A, B, C구간으로 나누어 인삼약주를 담금하여

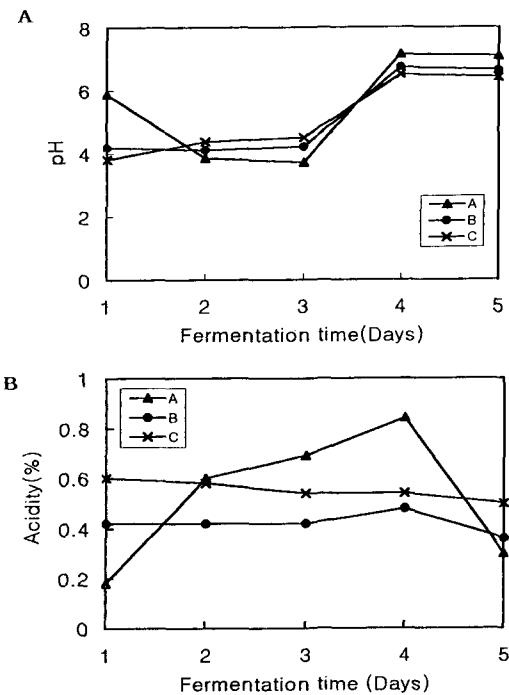


Fig. 1. Changes in pH(A) and acidity(B) during Yakju fermentation using different methods. * For explanation, see methods section.

발효과정 중의 pH 및 산도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1 (A)와 같다. pH는 1단 담금하여 1일째에 A에서 5.87, B에서 4.18 및 C에서 3.80으로 A가 가장 높았으며, 발효 2일째 즉, 2단담금 직후에는 각각 3.84, 4.09 및 4.35로 감소하였다가 발효 4일째에 7.08, 6.63 및 6.40으로 증가하는 경향이였다. A, B, C 중 A구간의 pH가 전반적으로 가장 높게 나타났으며, 이 등(13)이 보고한 전통적인 누룩으로 담금한 약주 제조과정의 pH 보다는 A, B, C 모두 높았다. 산도는 Fig.1 (B)와 같이 발효 1일째에 A,B 및 C는 각각 0.18, 0.42 및 0.60에서 다소 증가하였으며 A는 4일째에 0.84까지 증가하여 다소 불안정한 양상을 나타내었다. 산도의 증가는 A가 가장 높게 나타났으며 이는 발효제로 사용된 누룩의 영향에 따른 것으로 생각되며, 세균 오염에 따른 감·산패 현상은 A, B, C 모두 나타나지 않았다.

알콜함량 변화

알콜함량은 Fig. 2와 같이 담금 초기 B에서 13.6%로 A(6%)와 C(6%)보다 뚜렷하게 높았으나 2단 담금 후 발효기간이 경과함에 따라 세구간 모두 알콜함량이 증가하였고 발효 4일째에는 A 19.0, B 21.0, C 20.4%로 배양효모를 이용한 B, C가 분말효모를 이용한 A보다 알콜함량이 높았으며 인삼박에 의한 알콜 발효 저해는 나타나지 않았다.

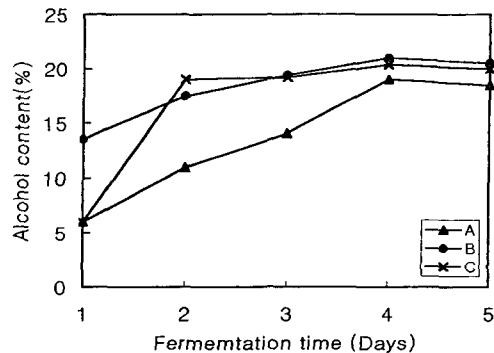


Fig. 2. Changes in alcohol contents during Yakju fermentation using different methods. * For explanation, see methods section.

아미노태 질소 함량

발효제를 달리하여 인삼주를 제조하고 여과 제성하여 아미노태 질소함량을 비교한 결과 Fig. 3과 같이 A, B, C 각각 525.85, 460.26 및 533.41mg%로 누룩을 발효제로 사용한 B의 함량이 가장 낮았다. 이는 발효제의 종류에 따른 차이로 조효소의 단백질 분해

력이 높아서 조효소제를 사용한 A, C의 아미노태 질소 함량이 높은 것으로 추정된다. 아미노태질소함량은 단백질의 분해로 생성된 아미노산 함량에 영향을 받으며, 이 등(13)은 전통누룩과 조효소제의 단백질 분해력을 비교한 연구에서 조효소제의 단백질 분해력이 큰 것으로 보고하였다.

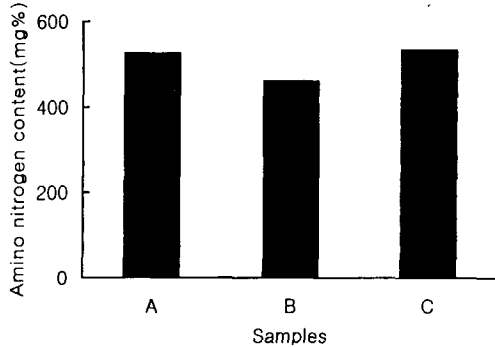


Fig. 3. Comparison in aminonitrogen contents of *Yakju* using different fermentation methods.

* For explanation, see methods section.

Table 1. Changes in hunter's color during *Yakju* fermentation using different methods

<i>Yakju</i> *	Hunter color value	Fermentation Time(days)				
		1	2	3	4	5
A	L	46.94	34.96	23.94	41.01	38.40
	a	+4.67	+8.67	+1.74	+0.48	+0.95
	b	+23.19	+21.53	+11.25	+17.78	+17.17
B	L	26.20	54.03	70.47	36.24	57.15
	a	+1.80	+2.71	-1.80	-0.11	-1.24
	b	+13.39	+27.87	+26.48	+14.64	+22.48
C	L	15.81	51.83	52.82	17.89	49.95
	a	+0.43	-0.30	+11.50	+4.96	+9.48
	b	+6.84	+15.30	+36.80	+11.49	+31.33

* For explanation, see methods section.

색상의 변화

인삼약주의 발효중 색상의 변화는 Table 1과 같다. L값은 담금초기에 A구간에서 가장 높았으나, 발효 2일째 즉, 2단담금 직후 다소 감소하여 발효 4일째에 41.01을 나타내었다. B는 발효 3일째 L값이 70.47로 상당히 높았으나 발효가 진행됨에 따라 다시 감소하였고 C도 발효 1일째 15.81에서 3일째 52.82로 크게 증가하였으나 A, B, C 모두 일정한 경향을 나타내지는 않았다. a값의 변화는 A와 C구간에서는 유사한 경향을 나타내었고 B는 발효기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 2단담금 후 b값은 A구

간의 경우 발효 3일째, B와 C구간에서는 발효 4일째에 가장 낮았으며, 전반적으로 B구간의 b값이 가장 높았다. 인삼약주의 색상 변화는 발효제의 종류와 사용방법에 따른 차이로 추정되었으나 색상 변화에 관한 일정한 경향은 판별하기 어려웠다. 또한 이와 박(5)이 보고한 무증자 당화 탁주의 색상과 비교해서 본 약주의 색상 변화가 많았으며 발효제의 종류, 첨가량 등과 관련한 체계적인 연구가 요망된다.

유리당의 함량

인삼약주의 유리당을 분석한 결과, Table 2에서와 같이 A, B, C의 glucose 함량은 각각 599.16, 232.51 및 157.99mg%, maltose함량은 129.11, 111.41 및 77.61 mg%로 A구간에서 glucose와 maltose의 함량이 높게 나타났다. Fructose, sucrose는 A에서는 검출되었으나 B, C에서는 검출되지 않았다. 총당의 함량은 A에서 736.06, B에서 343.91, C에서 235.61mg%로 A가 가장 높게 나타났으며 이는 발효제의 종류에 따른 영향으로 누룩에 함유된 전분질 함량 및 발효제로 사용된 누룩 또는 조효소제의 역가에 의한 당화력의 차이로 생각되며, 발효제의 사용량, 사용방법에 대한 체계적인 연구가 요망된다. 이 등(13)도 전통누룩을 사용한 발효주의 품질 평가에서 누룩의 단백질 분해력 뿐만 아니라 당화력은 누룩의 제조조건에 따라 당화력에 차이가 많아 이를 사용한 주류의 품질에도 많은 차이가 있는 것으로 보고하였다.

Table 2. Contents of free sugars in *Yakju* using different fermentation methods

<i>Yakju</i> *	Free Sugars (mg%)				
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Total
A	4.99	599.16	2.80	129.11	736.06
B	-	232.51	-	111.41	343.91
C	-	157.99	-	77.61	235.61

* For explanation, see methods section.

유리아미노산의 변화

인삼약주의 유리아미노산 함량을 비교 분석한 결과 Table 3과 같이 A, B는 17종의 아미노산이 확인되었으며 C에서는 14종의 아미노산이 확인되었다. A는 glutamic acid, arginine, histidine, proline 순으로 함량이 높았으며, B는 proline, glutamic acid, histidine, arginine 순으로 C는 glutamic acid, alanine, histidine, arginine의 순으로 함량이 높았다. A와 B에서 검출된 methionine, tyrosine, phenylalanine은 C에서는 검출되지

않았으며 검출된 유리아미노산의 총량은 A, B, C에서 각각 580.02, 527.48, 538.74mg%로 A에서 가장 높았다. 발효식품에 함유된 아미노산 성분은 식품의 맛에 영향을 미치며 특히 glutamic acid와 aspartic acid는 구수한 맛, threonine, serine, proline 등은 단맛, isoleucine, leucine 등은 쓴맛에 관여한다(15). 또한 아미노산중 leucine, valine 등은 strecker 분해반응에 의해 휘발성 성분으로 전환됨으로 발효식품의 향에도 영향을 미치며(11), 때로는 퓨젤유 등으로 전이되어 이취의 원인으로 작용하여 발효종료시기를 결정하는 요인이 되기도 한다(16). 이 등(13)에 따르면 glutamic acid, proline, alanine 등이 약주의 주된 아미노산 성분이며 누룩이나 조효소제 등의 발효제와 증자미의 사용여부에 따라 총아미노산 함량은 420.01 ~ 1013.16mg%에 달한다. 본 연구에서도 발효제의 종류에 따라 아미노산 조성에 차이를 보였고 누룩과 조효소제를 복합적으로 사용한 경우 아미노산 함량이 가장 높았으나 고품질의 약주생산을 위해서는 제조방법에 따른 발효제의 다양성과 발효조건 및 제성·살균조건 등이 고려되어야 하겠다.

Table 3. Contents of free amino acids of *Yakju* using different fermentation methods

Amino acids	<i>Yakju</i> * (mg%)		
	A	B	C
Aspartic acid	29.42	21.18	42.04
Threonine	33.00	38.23	33.85
Serine	26.29	24.34	38.21
Glutamic acid	51.27	56.49	73.97
Proline	45.68	62.88	38.39
Glycine	23.61	20.27	30.36
Alanine	35.02	50.89	65.50
Cystine	20.44	19.69	24.21
Valine	34.21	27.69	20.14
Methionine	26.37	5.51	-
Isoleucine	26.14	11.39	3.11
Leucine	25.96	15.61	5.19
Tyrosine	36.90	30.72	-
Phenylalanine	27.73	4.14	-
Histidine	48.34	53.62	61.52
Lysine	32.49	25.53	39.51
Arginine	49.77	51.92	55.88
Total	580.02	527.48	538.74

* For explanation, see methods section.

관능검사

각각의 발효제를 달리한 인삼 약주를 알콜분 14%로 제성하여 20대 및 40대를 대상으로 관능검사를

행한 결과는 Table 4와 같다. 피검사자의 연령층에 따라 차이가 있어 누룩 첨가량이 높은 A와 B구간의 경우 40대 연령층에서, 조효소제 첨가가 주된 C구간은 20대 연령층에서 색과 향에 대한 기호도가 높았다. 하지만 맛에 대한 평가와 전반적인 기호도에서는 누룩을 이용한 B구간이 가장 높은 점수를 나타내어 누룩을 이용한 재래민속주의 부드럽고 깊은 맛을 선호하는 것으로 생각되었다. 따라서 인삼박을 첨가한 약주의 상품화를 위해서는 차후 소비층의 기호도를 감안하여 색, 향, 맛을 고루 조화시킨 발효제 사용조건과 담금방법에 대한 연구가 있어야 할 것으로 판단된다.

Table 4. Experimental data on organoleptic properties of *Yakju* using different fermentation methods

Ages	<i>Yakju</i> *	Organoleptic properties			
		Color	Flavor	Taste	Overall acceptability
20 ~ 29	A	4.250 ^b	4.625 ^{bc}	4.750 ^{abc}	4.375 ^{bc}
	B	6.500 ^a	5.625 ^{ab}	5.250 ^{ab}	5.625 ^{ab}
	C	7.125 ^a	6.625 ^a	3.375 ^c	5.250 ^{abc}
40 ~ 49	A	6.250 ^a	5.750 ^{ab}	5.375 ^{ab}	5.625 ^{ab}
	B	6.375 ^a	5.250 ^b	5.875 ^a	5.875 ^a
	C	3.750 ^b	3.875 ^c	4.000 ^{bc}	4.000 ^c

* For explanation, see methods section.

** Mean scores within columns followed by the same letters are not significantly different at the 5% level using Duncan's multiple range test.

요 약

충청도 지방에서 유래하는 인삼박을 첨가한 약주의 특성 및 개발 가능성을 검토한 결과, pH는 A, B, C 모두 2단 담금 직후 감소하였다가 서서히 증가하는 경향이었고, 산도는 발효중 증가하는 경향을 나타내었으며 누룩과 조효소제 및 분말효모를 사용한 A에서 발효 4일째 pH 7.08, 산도 0.84로 가장 높았다. 알콜함량은 발효 4일째에 배양효모를 이용한 B(21.0%)와 C(20.4%)가 분말효모를 이용한 A(19.0%)보다 높았다. 또한 알콜발효중 인삼박 첨가에 따른 발효저해는 나타나지 않으며 아미노태질소 함량은 조효소제를 첨가한 A와 C에서 높았다. 유리당은 누룩과 조효소제를 함께 이용한 A에서 glucose 599.16, maltose 129.11mg%, 총당 함량 736.06mg%로 가장 높았다. 유리아미노산 함량도 A가 580.02mg%로, 누룩을 이용한 B의 527.48mg%, 조효소제를 이용한 C의 538.74mg%보다 높았다. 관능검사 결과 누룩을 첨가한 A와 B의 경우 40대 연령층에서, 조효소제를 첨가한 C는 20대

연령층에서 색과 향에 대한 기호도가 높았다. 그러나 맛에 대한 평가와 전반적인 기호도에서는 누룩을 이용한 B구간이 가장 높은 점수를 나타내었다. 따라서 인삼박을 이용한 약주의 상품화를 위하여 체계적인 담금 방법에 관한 연구가 요구되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 첨단원예기술개발연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. 한국식품사회사 (1988) 서울, p.181
2. 장지현 (1989) 우리나라 술의 역사, 한국식문화학회지, 5, 271-279
3. 장지현 (1989) 한국의 술 그 역사와 문화, 한국식문화학회 심포지움
4. 김순동 (1991) 김천과하주의 제조방법확립과 품질에 관한 연구, 한국식품개발원 보고서
5. 이순애, 박희동(1995) 원료백미의 분쇄정도가 무증자 당화 탁주의 발효에 미치는 영향, 농산물저장유통학회지, 2(2), 269-276
6. 유대식(1995) 전통누룩의 특징과 개선 방향, 전통식품의 품질 개선 심포지움 발표논문집, 245-256
7. 백승영, 김기현, 권일, 오만진, 성장근 (1995) 전통누룩 곰팡이의 특징과 개선 방향, 전통식품의 현황과 품질개선 심포지움 발표논문집, 257-269
8. 안병학 (1995) 전통민속주의 연구현황과 전망. 전통식품의 현황과 품질개선 심포지움 발표논문집, 299-307
9. 성현순, 남상렬, 김기철 (1980) 홍삼성분이 주정효모의 생리에 미치는 영향, 한국농화학회지, 23(4), 228-241
10. 양지영, 이계호 (1996) 향토주인 산성막걸리의 미생물학적 고찰과 저장성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 28(4), 779-785
11. 이주선, 이택수, 노봉수, 박성오 (1996) 원료를 달리하여 담금한 탁주 발효 과정중의 술덧의 품질 특성. 한국식품과학회지, 28(2), 330-336
12. 송재철, 박현정, 신완철 (1997) 탁주 양조중 Cyclodextrin의 첨가에 의한 주질 변화에 관한 연구, 한국식품과학회지, 29(5), 895-900
13. 이미경, 이성우, 윤태현 (1994) 전통누룩으로 빚은 발효주의 품질평가, 한국식품영양과학회지, 23(1), 78-89
14. A.O.A.C.(1990) Official method of analysis, 15th ed., The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA
15. 양성호, 최명락, 지원대, 정영건, 김종규 (1994) Bacillus brevis로 제조한 된장의 품질, 한국식품영양과학회지, 23(6), 980-985
16. Kuriyama, K., Imayasu, S. and Kuchigauchi, Y. (1956) The fluctuation of the activities of enzymes in fermenting mash of sake. Studies on enzymes in sake(I) J. Ferment. Technol.(Japan), 34, 133-137

(1999년 8월 12일 접수)