

전통 이화주 양조 중의 화학성분 변화

김정옥 · 남상명 · 김종근
세종대학교 가정학과

Changes in Chemical Composition of Traditional Ewhaju during Brewing

Jung-Ok Kim, Sang-Moung Nam and Jong-Goon Kim
Department of Home Economics, King Sejong University

Abstract

Chemical composition was determined to evaluate the quality of traditional Ewhaju during brewing. The content of moisture, total sugar, reducing sugar, crude protein and crude ash of Ewhaju after the lapse of 20 days from brewing were 47.01%, 47.57%, 29.45%, 4.81% and 0.09%, respectively and free sugar composed with 28.07% of glucose and 1.30% of maltose compared with 17.43% of glucose in one year aged Ewhaju. Contents of minerals were Ca 4.8 mg%, Mg 9.2 mg%, K 33.0 mg%, Na 16.0 mg%, Mn 0.76 ppm, Fe 35.0 ppm, Zn 1.1 ppm, Cu 0.12 ppm, Cr 0.20 ppm and Pb 0.22 ppm and rarely changed during fermentation. Total amino acids were 4.23% immediately after brewing 4.54% after the lapse of 100 days. In change of amino acids, methionine and tyrosine slightly increased during fermentation. Total acid contents of Ewhaju at immediately after brewing, in the lapse of 100 days and aged one year were 0.25%, 2.16%, 3.70%, respectively and 0.05%, 0.72% and 1.04%, in volatile acid. The pH in Ewhaju remarkably decreased during fermentation; 6.1 at immediately after brewing, about 3.9 at 100 days and 365 days fermentation.

I. 서 론

본 보는 전보¹⁾에서 언급된 우리 전통 固有酒의 재현과 과학적 평가를 위한 연구의 일환으로서, 梨花酒의 傳統의 釀造방법에 관한 文獻 調査결과를 바탕으로 경북 안동 지역에 傳來된 梨花酒에 대하여 현지답사하고 그 내용을 종합하여 누룩을 만들고 梨花酒을 釀造하여 누룩과 釀造중인 梨花酒 및 일년간 숙성된 梨花酒에 대하여 化學的 변화를 검토한 결과로서 이를 보고한다.

II. 재료 및 방법

1. 梨花酒 누룩 및 梨花酒 제조

이화주용 누룩 및 이화주의 제조는 전보¹⁾와 동일한 방법으로 제조하고 숙성하면서 분석시료로 사용하였다.

2. 梨花酒의 화학성분 분석

(1) 一般成分 및 pH

시료의 일반성분으로서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분은 AOAC법²⁾에 의하여 분석하여, 백분율로 나타내었고, 환원당은 Somogyi 변법³⁾으로, 全糖은 25% HCl로 가수분해한 뒤 Somogyi 변법³⁾으로 각각 정량하였다. 시료의 pH는 시료 5g에 탈 이온수 50ml를 가해 30분간 진탕하고 원심분리(5,000 rpm, 20 min)하여 얻은 상층액

을 pH meter(Corning Model 120)를 이용하여 3회 반복測定하여 평균값으로 나타내었다.

(2) 糖類

시료를 약 5g정도로 정확히 칭량하여 Fig. 1과 같이 糖類의 추출 및 불순물제거 과정을 거쳐 만든 HPLC분석용 糖類시료를 Table 1과 같은 조건하에서 일정량씩 micro-syringe로 HPLC에 주입하여 HPLC chromatogram을 얻고 별도로 만든 표준당액의 HPLC chromatogram과 같은 retention time을 가진 peak로 分離, 각 糖類를 同定하여 정량하였다.

(3) 無機質

시료 일정량을 습식 분해법⁴⁾ 따라 전처리한 뒤 원자흡광분석기(Instrumental Laboratory Inc. Model 457.)를 사용하여 Ca, Mg, K, Na, Cl, Mn, Fe, Zn, Cu, Cr, Pb를 분석하였다.

(4) 總 아미노酸

아미노산 함량은 산 가수분해에 의한 총 아미노산을 정량하였다.

즉 시험관(2 cm×20 cm)에 시료 일정량을 정확히 칭량하여 6N-HCl 10ml를 넣고 질소가스를 충전한 뒤 15lb와 121°C에서 3시간 동안 가수분해 시켰다⁵⁾. 가수분해물은 Whatman filter paper No.2와 membrane filter(0.45 μm)로서 각각 여과한 다음 cartridge C₁₈을 사용하여 단백질, 지방질, 색소 등을 제거한 뒤 아미노산 자동분

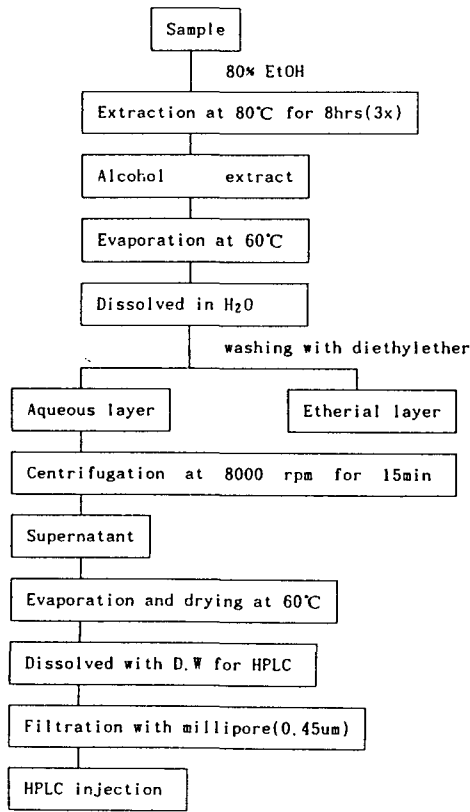


Fig. 1. Schematic diagram procedure for the extraction from Nuruk of Ewhaju.

석기(Hitachi model, 835)에 주입하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다.

(5) 總酸

시료 10 ml에 CO₂를 제거시킨 증류수 50 ml를 가하고 0.1% Phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N-NaOH 용액으로 미적색이 될 때까지 적정하고 적정소비량에 0.0090을 곱하여 lactic acid양으로 표시하였다⁶⁾.

(6) 揮發酸

시료 25 ml에 증류수를 가하여 1000 ml로 정용하여 증류액 10 ml를 취하고 0.1% Phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N-NaOH 용액으로 미적색이 될때까지 적정하고 적정소비량에 0.0060을 곱하여 acetic acid양으로 표시하였다⁷⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 一般成分 함량 변화

누룩 및 梨花酒 숙성의 따른 一般成分의 변화는 Table 3과 같다. 누룩은 酒類製造의 酵素源으로서 19세기 초 기까지 약주용으로 분곡자와 소주용으로 조곡자 등이

Table 1. HPLC conditions for analysis of sugars

InStrument	HPLC ALC-224(Waters Associates Inc., Milford, Mass., U.S.A.)
Packing&Column	Lichrosobr-NH ₂ (10 μm), Hibar Pre-Packed
Column	RT 250-4(E. Merck Darmstadt, F.R., Germany)
Mobile phase	acetonitrile/water system(78/22, v/v)
Flow rate	1.6 ml/min
Detector	RI, attenuation 8x(Waters, Data module)

Table 2. Amino acid autoanalyzer conditions for analysis of amino acid

Instrument	Hitachi model 835
Column	2.5 × 150 mm
Ion-exchange resin	# 2619
Analysis time	70 min
Buffer flow rate	0.225 ml/min
Ninhydrin flow rate	0.3 ml/min
Column pressure	80~130 kg/cm ²
Buffer change steps	5 steps
Column temperature	53°C
Optimum sample quantity	3 μ mole/50 μl
N ₂ gas pressure	0.28 kg/cm ²

사용되어 왔으며 1929년경에 전국에 걸쳐서 수집된 이들 곡자중의 수분함량은 13.06~16.80%⁸⁾로서, 본 실험의 梨花酒 누룩의 11.30%보다 다소 높았다. 梨花酒 누룩의 총당은 76.00%로서 일반적인 米麴의 82.53%보다 낮았으며, 梨花酒 누룩의 환원당은 4.39%로 米麴의 3.34%에 비해 다소 높았다. 그러나 李⁹⁾가 지방별 곡자 및 분곡의 성분 實驗에서 평균 수분함량은 9.72%이고 총당은 68.6%였으며, 白米黃麴은 수분이 평균 24.3%, 총당은 67.5%이었고 조단백질은 9.44%로서 이화주 누룩의 조단백질 함량보다 높았다.

누룩의 一般成分은 그 원료의 조성에 따라 다를것으로 생각되며 梨花酒 누룩은 白米만으로 製麴하였으므로 총당이 특히 많았던 것으로 생각된다.

韓國在來酒 전반에 관한 성분분석의 시도는 韓末 후 서구적인 釀造관리의 개념이 도입된 때였으며 1925년에 서울을 중심으로 한 당시의 傳來되고있던 酒類 가운데 약주, 獨酒, 소주 등에 대하여 朝鮮醫學會雜誌를 통하여 최초로 보고 되었다¹⁰⁾. 이화주의 숙성동안 일반성분 함량의 변화를 보면 조단백과 조회분은 유의적인 차이가 없었다. 수분함량은 담금 직후 약 45%정도였으나 숙성 10일 이후부터는 계속 증가하여 숙성 20일에 47%, 100일에 61%, 1년 된것은 63%로 담금직후에 비해 16%정도 증가되었다.

숙성동안 전당 함량의 변화는 수분함량의 증가와 상반되게 숙성동안 계속 감소하여 담금직후 50%정도였던 것이 100일에 32%, 1년된 것은 31%로 낮아졌다. 이와같이 숙성동안 수분함량의 증가와 전당함량의 감소는

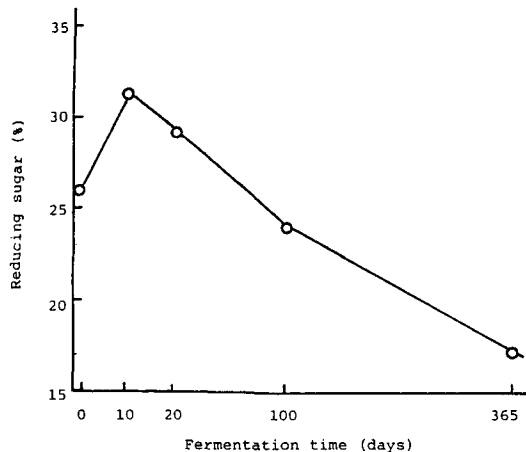
Table 3. Changes in proximate content of Nuruk and Ewhaju during fermentation

Fermentation time(days)	Components(%)					
	Moisture	Total sugar	Reducing sugar	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Nuruk	11.30	76.00	4.39	7.69	1.60	0.12
0	44.32	50.52	25.95	4.77	—	0.11
10	44.62	50.78	31.13	4.78	—	0.10
20	47.01	47.57	29.45	4.81	—	0.09
100	61.47	32.17	23.88	4.99	—	0.10
365	62.83	30.91	17.88	4.95	—	0.09

Table 4. Changes in free sugar content of Nuruk and Ewhaju during fermentation

Fermentation time(days)	Sugars(%)				
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Lactose
Nuruk	—	4.39	—	—	—
0	—	20.04	—	5.58	—
10	—	29.40	—	1.37	—
20	—	28.07	—	1.30	0.15
100	0.07	22.49	0.03	0.92	0.15
365	0.11	17.43	0.01	0.65	—

The values were expressed as %/g of the sample

**Fig. 2. Changes in reducing sugar of Ewhaju during fermentation.**

원료 전분질의 효소에 의한 액화와 당화의 진행이 그 원인으로 생각된다. 한편 환원당 함량은 숙성 10일까지는 증가하다가 그 이후부터는 감소하여, 담금직후 25.95%였던 것이 1년 숙성 후 17.88%이었다. 환원당은 숙성과정 중 초기에 증가하다가 그 이후 감소하는 경향은 숙성초기 누룩의 곰팡이에 의해 분비된 액화 및 당화효소에 의해 전분의 가수분해로 높은양의 환원당이 생성되고 그 이후 효모에 의한 알코올 발효로 환원당이 알코올 생성에 이용되었기 때문이라 생각된다. 金은¹¹⁾ 獨酒 釀造中 糖類의 消長 研究에서 총당과 환원당은 담금 3일후 부터

급격히 감소한 반면 알코올의 생성량은 현저하게 증가한다고 보고한 바 있다. 또한 梨花酒는 獨酒로 분류되고 있어서 그 성분을 참고하여 비교할 때 특히 당분이 0.75%로서 梨花酒에 비하여 대단히 낮았으며 회분은 0.21%로서 숙성된 梨花酒와 비슷하였다. 한편 上野¹²⁾가 獨酒성분을 분석한 결과에 따르면 당분이 0.39%, 조단백질 1.44%, 조회분이 0.22%로서 조회분함량을 제외하고는 梨花酒보다 낮았다.

2. 糖 성분의 함량변화

梨花酒의 누룩과 숙성중 梨花酒의 당류 함량의 변화는 Fig. 2 및 Table 4와 같다. 누룩에서는 glucose만이 9.39% 존재하였고 이화주에서는 담금직후 glucose와 maltose가 각각 20.04%와 5.58%였다. 숙성동안 glucose함량의 변화는 숙성10일에 29.40%로 최대치를 보인 후 숙성 20일 이후부터는 계속 감소하는 경향을 나타내어 숙성 1년째에는 17.43%로 낮아졌다. Maltose의 경우는 glucose와는 달리 숙성과정 중 계속감소하였는데 이는 당화효소에 의한 단당류로의 가수분해가 그 원인으로 생각된다. Lactose의 경우는 숙성 20일 및 100일째에서만 0.15% 정도의 낮은 검출을 보였고, sucrose와 fructose도 숙성 100일 이후에 미량 검출되었다. 본 실험의 HPLC에 의한 유리당분석 결과(Table 4)와 Somogyi 방법에 의한 환원당 정량(Fig. 2) 결과는 아주 잘 일치하였다. 金은¹¹⁾ 獨酒 釀造中 담금초기에는 maltose가 검출되었으나 그 후부터는 검출되지 않았으며 곡자에서는 fructose와 glucose가 거의 동량 검출되었다고 하였으나 梨花酒 누룩에서는 glucose만이 함유되었는데 이 결과는 원료의

Table 5. Comparison of mineral contents of Nuruk and Ewhaju as affected by fermentation time

Fermentation time(days)	Mineral contents										
	Ca (mg%)	Mg (mg%)	K (mg%)	Na (mg%)	Cl (mg%)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)
Nuruk	4.7	7.8	36.0	25.0	trace	3.10	26.0	1.1	0.13	0.10	0.20
0	5.3	9.2	38.0	16.0	trace	1.20	19.0	0.8	0.09	0.24	0.20
10	5.2	8.3	39.0	14.0	trace	0.65	17.0	0.7	0.08	0.25	0.23
20	4.8	9.2	33.0	16.0	trace	0.76	35.0	1.1	0.12	0.20	0.22
100	5.1	9.7	37.0	30.0	trace	0.71	38.0	0.9	0.08	0.22	0.26
365	4.8	9.5	36.0	32.0	trace	0.74	39.0	0.8	0.08	0.20	0.23

Table 6. Comparison of Amino acids contents and composition of Nuruk and Ewhaju during fermentation

Amino acid	Fermentation time(days)					
	Nuruk	0	10	20	100	365
Aspartic acid	0.536	0.349	0.355	0.362	0.389	0.383
Threonine	0.216	0.133	0.136	0.141	0.158	0.139
Serine	0.319	0.212	0.211	0.222	0.233	0.217
Glutamic acid	1.055	0.798	0.771	0.781	0.847	0.832
Alanine	0.338	0.226	0.234	0.241	0.270	0.245
Cysteine	0.355	0.194	0.186	0.209	0.184	0.212
Valine	0.340	0.227	0.227	0.222	0.269	0.296
Methionine	0.036	0.096	0.126	0.128	0.144	0.033
Isoleucine	0.207	0.145	0.151	0.159	0.192	0.170
Leucine	0.449	0.340	0.329	0.333	0.366	0.337
Tyrosine	0.076	0.034	0.112	0.111	0.141	0.126
Phenylalanine	0.334	0.256	0.229	0.246	0.246	0.264
Lysine	0.235	0.140	0.155	0.140	0.143	0.132
NH ₃	0.118	0.077	0.083	0.087	0.077	0.067
Histidine	0.118	0.077	0.083	0.087	0.077	0.067
Arginine	0.379	0.286	0.293	0.275	0.209	0.257
Proline	0.498	0.358	0.336	0.352	0.335	0.414
Total	6.030	4.233	4.252	4.335	4.548	4.446

The values were expressed as %/g of the sample.

차이에서 오는 것으로 생각된다.

또한 獨酒醱酵가 진행됨에 따라서 전분과 가용성탄수화물 및 환원당은 48시간만에 급속히 감소되었다가 그 후는 서서히 감소되었다고 보고 하였는데, 梨花酒의 釀造에서는 醱酵가 완료되었다고 생각되는 일년간 숙성된 梨花酒에서도 17~18%의 환원당이 함유된 것은 특이한 현상이라고 생각된다.

3. 無機質 성분의 함량변화

梨花酒용 누룩과 담금직후, 숙성 10일, 20일, 100일 및 일년간 숙성된 梨花酒의 Ca, Mg, K, Na, Cl, Mn, Fe, Zn, Cu, Cr, Pb를 정량한 결과는 Table 5와 같다. 누룩 및 이화주의 모든 숙성기간에서 K가 30 mg% 이상으로 가장 높은 함량을 보였고, 그 다음으로 Na, Mg, Ca의 순으로 원료인 쌀의 무기질 함량의 분포비와 거의 비슷한 경향을 보였으며, 숙성 중 무기질 함량의 변화는 Na이

숙성기간의 경과와 더불어 유의적인 증가를 보였고, 다른 무기질들에 있어서는 유의적인 차이가 없었다. 이와같은 無機質함량은 담금에 사용된 생수와 원료에서 由來되었을 것으로 생각되며 특히 Pb와 Cr과 같은 중금속의 미량검출은 담금 용기에서 유리되었을 것으로 추정된다.

4. 아미노酸 성분의 함량변화

梨花酒 누룩과 숙성중 및 저장 梨花酒의 아미노산을 정량한 결과는 Table 6과 같다. 누룩과 梨花酒에서 aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, glycine, alanine, cysteine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, histidine, arginine, proline 등 17종의 아미노산이 검출되었으며 모든 아미노산이 담금 직후보다 숙성이 진행됨에 따라서 약간씩 증가하는 경향이였으며 특히 methionine과 tyrosine은 현저하게 증가하였는데 이와같은 결과는 숙성중에 微生物과 酵素에

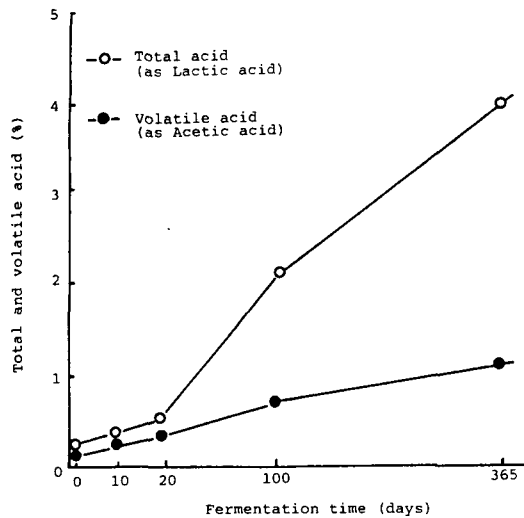


Fig. 3. Changes in total and volatile acid of Ewhaju during fermentation.

의한 단백질의 가수분해가 그 원인으로 생각된다.

韓登¹³⁾은 한국산 우량곡자의 아미노산에 관한 연구에서 leucine, valine, arginine, lysine, glutamic acid, alanine, histidine, tyrosine, phenylalanine, tryptophan, proline, aspartic acid, cystine, serine, threonine, methionone, unknown A, unknown B를 검출보고한 바 있다. 또한 양¹⁴⁾은 米麴을 이용하여 숙성시킨 원 술덧 중에서 aspartic acid, glutamic acid, serine, glycine, threonine, lysine, histidine, arginine, alanine, methionine, tyrosine, valine, tryptophan, proline, isoleucine, leucine 등 16종의 아미노산을 검출하였으며, 이와같은 결과는 金¹⁵⁾의 研究 結果에서도 밝혀졌다. 누룩 및 술덧의 아미노산의 종류와 함량은 원료의 종류와 배합비율 및 製造공정에 따라서 다를 것으로 생각된다.

5. 總酸 함량의 변화

누룩과 이화주의 lactic acid로 환산한 總酸함량은 Fig. 3과 같다. 담금 직후에는 총산이 0.25%였으나 숙성 10일 이후부터는 쌀 누룩 및 누룩중에 존재하는 산 생성균에 의한 유기산 발효의 진행으로 급격한 증가를 보여 10일째에 0.41%, 숙성 100일과 1년된 것에서는 2.16%와 3.7%로 초기에 비하여 약 9~10배 증가되었다. 加來¹⁰⁾의 朝鮮酒 분석보고에서 탁주의 총산이 0.55%로 보고한 것과 비교하면 본 실험의 이화주 총산 함량은 상당히 높은 편이어서 이화주의 발효에 관련한 균주는 특히 산성조건에서 강한 酸 생성력의 특성을 갖는 것으로 생각된다.

6. 揮發酸 함량의 변화

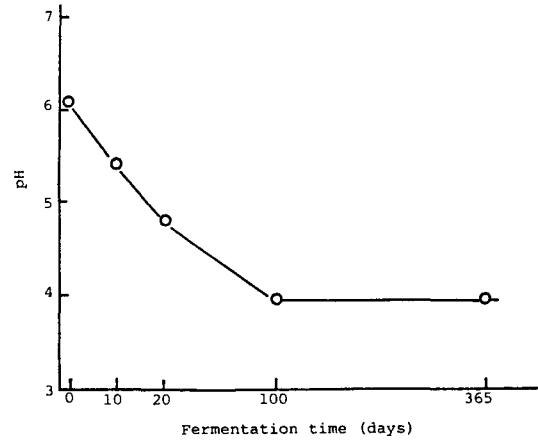


Fig. 4. Changes in pH of Ewhaju during fermentation.

누룩과 이화주의 acetic acid로 환산한 휘발산 함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 앞의 總酸의 경우와 동일한 경향으로 담금초기에는 휘발산이 거의 없었으나 숙성 10일 후부터 급격히 증가하였고 숙성 100일 후에는 0.72%였으며 일년간 숙성된 이화주에는 1.04%가 함유되었다. 加來¹⁰⁾ 등이 朝鮮酒의 휘발산을 정량한 결과는 0.0048%였고 上野¹²⁾가 탁주의 휘발산을 분석한 결과는 0.078%였으며 김¹¹⁾의 0.067%와 비교하면 본 실험에서 이화주의 휘발산은 앞의 總酸 함량과 더불어 현저하게 높았으며 특히 휘발산의 높은 함량은 이화주 특유의 향미와 관련이 있는것으로 생각된다.

7. pH

누룩 및 이화주 숙성 과정중의 pH변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 담금 직후에는 pH가 6.10이었으나 숙성기간이 경과함에 따라서 계속적인 감소로 10일에 pH 5.42, 20일에 pH 4.78이었고, 100일 이후에는 pH 3.96으로 1년 숙성된 이화주의 pH 3.92와 거의 같은 수준을 유지하였다. 이와같은 pH의 변하는 앞의 총산 및 휘발산의 증가와 일치하는 경향이였다. 김¹¹⁾의 탁주 양조중 유기산의 소장에 관한 연구에 의하면 담금 초기에는 pH가 6.0~6.2였으나 담금 1~2일 후부터는 4.0~4.2로서 이 값을 계속 유지하였다고 하였는데 이는 본 실험의 이화주 숙성중 pH의 변화와 유사하였다. 특히 이화주의 특성중의 하나는 장기간(1년 이상)의 저장성으로서 숙성말기까지도 높은 함량의 유기산 존재와 pH가 4.0 이하로 낮아서 유해 미생물의 생육 억제에 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다.

IV. 요 약

전통 梨花酒의 숙성동안 화학성분의 변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

일반성분 중 수분 47.01%, 全糖 47.57%, 환원당 29.45%, 조단백질 4.81%, 회분 0.09%이었다. 20일간 숙성된 이화주의 유리당은 glucose 28.07%, maltose 1.30% 이었고, 일년간 숙성된 梨花酒의 glucose함량은 17.43%이었다. 20일간 숙성된 梨花酒의 무기질 중 Ca 4.8 mg%, Mg 9.2 mg%, K 33.0 mg%, Na 16.0 mg%, Mn 0.76 ppm, Fe 35.0 ppm, Zn 1.1 ppm, Cu 0.12 ppm, Cr 0.20 ppm, Pb 0.22 ppm이었으며 釀造중에 현저한 변화가 없었으나, Na함량의 변화는 숙성기간의 경과와 더불어 유의적인 증가를 보였다. 총 아미노산은 담금직후가 4.233% 이었고, 담금 100일에는 4.548%이었으며, 숙성중 methionine과 tyrosine이 점차 증가하였다. 總酸은 담금직후가 0.25%, 숙성 100일에는 2.16%, 일년간 숙성된 것은 3.70%로서 비교적 높게 나타났다. 휘발산은 담금직후가 0.05%, 숙성 100일에는 0.72%, 일년간 숙성된 것은 1.04%이었다. 특히 높은 휘발산 함량은 이화주 특유의 향미와 관련이 있는 것으로 사료된다. pH는 담금직후가 6.10, 숙성 100일에는 3.96, 일년간 숙성된 것은 3.92로서 숙성기간의 경과에 따라 계속적인 감소를 보였으며, 숙성 100일과 일년된 것은 거의 같은 수준을 유지하였다.

참고문헌

1. 김정옥, 김종근: 전통 이화주의 양조와 관련된 미생물적 및 효소적 특성, 한국조리과학회지, In press(1993).
2. AOAC: "Method of Analysis" 13th. ed., Association of official Analytical Chemists, Washington D.C(1980).
3. Tobayashi, T. and Tabuchi, T: A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantitative of reducing sugar. *J. Agr. Chem. Soc. (Japan)*, **28**, 171(1954).
4. Osborne, D.R. and Voogt, P.: *The Analysis of Nutrients in Foods*, Academic Press Inc., London(1981).
5. Hitachi Inc.: *Instrumental Manual of Amino Acid Analyzer*(1986).
6. 山田正一: 釀造 分析法. 産業圖書(株), 108(1962).
7. 山田正一: 釀造 分析法. 産業圖書(株), 110(1962).
8. 장서광포: 朝鮮 麴子の 研究 및 製造法의 變遷調査 (第一報), 朝鮮 麴子の 研究(日文). 釀造學 雜誌, **6**, 10(1929).
9. 李星範: 獨藥 酒類 劑造에 있어서의 酵素源 및 그의 效率의 添加方法에 관한 研究. 한국 미생물 학회지, **5**, 43(1967).
10. 加來天民, 石川不二男: 朝鮮人 飲食物 및 嗜好品의 研究 (第一報), 朝鮮酒의 分析報告(日文). 朝鮮 醫學會 雜誌, **55**, 33(1925).
11. 金燦祚: 獨酒 釀造中 有機酸 및 糖類의 消長에 관한 研究. 농화학회지, **4**, 33(1963).
12. 上野敏男: 朝鮮酒, 醬油, 味噌, 酢의 分析. 朝鮮總督府 中央試驗所 報告(日文), 9(1927).
13. 韓容錫, 李琦鐘: 韓國產 優良麴子 및 酵母中の 아미노산에 관하여, 研究 보고. (工研), **10**, 119(1960).
14. 양형호: Paper chromatography에 의한 酒類중의 유리 아미노산의 검색, 중앙대학 논문집, **4**, 447(1959).
15. 金燦祚: 韓國酒類성분에 관한 研究(第二報), Paper Chromatography에 의한 獨酒中の 遊離아미노酸의 檢索. 농화학회지, **9**, 59(1959).