

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2021.7.2.17>

JCCT 2021-5-3

# $^1\text{H}$ NMR과 multivariate analysis를 이용한 전통주의 연구

## A Study on Traditional Korean Liquors $^1\text{H}$ NMR and Multivariate Analysis

이기원\*, 이나겸\*\*

Lee Ki Won\*, Lee Na Gyeom\*\*

**요약** 최근 건강과 관련하여 전통주 소비가 급증하고 있는 가운데 전통주 중에 밀술 처리방법으로 고두밥을 맷쌀과 찹쌀로 이용하는 과화주와 백화춘을 만들어 이화학적 특성과 항산화활성을 분석한 결과는 다음과 같다. 과화주는 찹쌀을 주재료로 빚는 단양주로서 알코올 함량은 5.21~12.52%를 환원당의 함량은 1.07~2.47g/L, pH는 3.22~3.77% 보였으며, 백화춘의 알코올 함량은 일부 실험군을 제외하고 3~5%범위의 알코올 함량을 보였으며 pH는 낮게 나타났다. 전통주의 spectrum 분석결과 백화춘의 50% 실험군이 과화주와 같은 PC1 음의 영역에 위치하고 있으며 loading plot과 대입하였을 때 PC1 양의 방향에 있는 경우 lactic acid와 isoleucine, choline과 같은 일부 아미노산이 주성분이며, 과화주의 경우 glucose, xylose, maltose 등의 당 성분이 주성분임을 알수가 있다. 따라서 전통주중 재료 구성비율이 비슷하면서 만드는 방법의 차이를 보이는 과화주와 백화춘의 이화학적 특성과 항산화활성을 측정하고 상호분석을 통하여 전통주 발효과정을 파악하고 제조하는 기초자료로 활용하는데 도움이 될수 있을것이라 생각한다.

**주요어** : 전통주, 항산화활성, 누룩, 맷쌀, 밀가루

**Abstract** The recent surge in consumption of traditional liquor related to health, the results of analyzing the chemical characteristics and antioxidant activity by creating Kwaha-ju and Baekhwha-chun, which use Godubab as a method of treating glutinous and normal grains, are as follows.

Kwaha-ju is mainly made of glutinous rice, 5.21~12.52% alcohol content, 1.07~2.47g/L in reducing sugar content, 3.22~3.77% pH, Baikhwha-chun alcohol content was 3~5%, except for some experimental groups, and pH was low. As a result of the spectrum analysis of traditional liquor, 50% of the experimental group in Baikhwha-chun is located in the negative area of PC1 such as overload, and some amino acids such as lactic acid, isoleucine, and choline are the main ingredients of glucose, xylose, and maltose. Therefore, the chemical properties and antioxidant activity of Kwaha-ju and Baikhwha-chun, which show similar composition ratio of traditional liquor materials, and use them as basic data to identify and manufacture traditional liquor fermentation through mutual analysis.

**Key words** : Traditional Korean Liquors, Antioxidant activity, nuruk, rice, flavor

\*건국대학교 산업대학원 생물공학과 겸임교수(제 1저자)  
\*\*장안대학교 건강과학부 식품영양학과 조교수(교신저자)  
접수일: 2021년 1월 4일, 수정완료일: 2021년 3월 18일  
게재확정일: 2021년 3월 30일

Received: January 4, 2021 / Revised: March 18, 2021

Accepted: March 30, 2021

\*Corresponding Author: nayejoo@jangan.ac.kr

Professor, Dept. of Food & Nutrition, Jangan Univ, Korea

## I. 서론

전통주는 '한 민족의 식생활 풍속이 담겨져 있는 술'로 중요한 문화유산중 하나이며 [1], 예부터 전승되어 오는 원리를 계승, 발전시켜 진흥이 필요하다고 인정된 술로 막걸리는 일반주류와 달리 단백질과 당질, 비타민, 각종 유기산 등을 함유하고 있어 우리나라 대표적인 주류라 할 수가 있다. 약주는 곡류 또는 곡류 이외의 전분이 포함되어 있는 물로 누룩과 물을 원료로 하여 발효시킨 술을 여과 제정한 맑은 술이다 [2]. 우리나라의 경우 술은 건국신화속에서도 볼 수 있을뿐 아니라 삼국형성기에 이미 전통주 형성 및 곡주류가 틀을 마련하고 있음을 알 수가 있다. 최근에는 건강과 관련하여 전통주의 소비가 증가하고 있으며, 다양한 형태로 발전하고 있는 가운데 국내뿐만 아니라 해외에서도 소비와 수출이 급격히 늘어나고 있다 [3]. 전통주에 대한 연구 동향을 살펴보면 전통주의 제조와 발효제에 관한 연구 [4], 전통주의 특성과 기능에 대한 연구 [5], 전통주 이용실태에 대한 연구 [6]가 보고된바 있으며, 최근들어 진양주 [7], 제주좁쌀약주 [8] 등의 전통방식의 주류연구가 이루어지고 있으나, 누룩만을 발효제로 사용한 종류는 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 문헌으로 전해오는 전통제조방식을 이용하여 전통주 중에 밀술 처리방법으로 고두밥을 찹쌀로 만드는 과화주와 멥쌀을 고두밥으로 이용하여 만드는 백화춘을 재현하여 다양한 전통주를 알리는 계기를 만들고자 한다. 전통주인 과화주와 백화춘의 이화학적 특성과 항산화활성을 측정하여 전통주의 품질 우수성을 탐색함으로써 전통주의 고품질화와 소비촉진에 기여하고, NMR과 PCA의 통계적 자료 해석을 통해 전통주들의 발효특성 및 차이를 통합, 분석하여 이를 활용한 전통주의 품질지표 기초자료로 활용하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 실험재료

전통주의 원료인 멥쌀은 경기 이천쌀을, 찹쌀은 경북 유가찹쌀을 사용하였으며, 밀가루는 다목적용 중력분(곰표), 누룩은 부산 금정 산성누룩(황국균), 양조용수는 정수여과기를 통과한 물을 가열 냉각 후 전통주인 과화주와 백화춘제조에 사용하였다.

### 2. 전통주(과화주와 백화춘) 제조방법

과화주는 1800년대 중반 「음식방문」 [9]에 나와있

는 제조방법을, 백화춘은 1837년 「양주방」의 문헌 [10]을 참고하여 원료함량을 %(w/v)로 환산하여 제조하였다. 각각의 시료는 쌀과 용수, 밀가루와 누룩의 배합비, 발효일을 달리하고 25℃에서 발효를 시켰다.

### 3. 실험방법

#### 1) 일반성분 분석

모든 시료는 filter paper (Whatman No.1)로 여과한 다음 여과액을 원심분리 (10,000×g, 20min, 4℃)하여 상등액을 이용하였고, 알코올 함량은 Alcohol meter(Antton paar Co., Alcoalyzer Wine)를 이용하여 측정하였다. 환원당 함량은 DNS법에 따라 환원당을 발색하여 UV/VIS spectrophotometer (Amersham Bio., Ultrospec 3100pro)를 이용하여 575nm에서 측정하였다. 정량은 D-(+)-Glucose(Sigma Co., MO. USA) 표준곡선을 이용하여 환원당의 양을 계산하였다 [11].

pH는 pH meter (Suntex)를 이용하여 측정하였으며 총산은 시료 10mL에 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 탈탄산수소칼륨으로 표정한 0.1N NaOH 용액으로 담록색이 될 때까지 적정하였다. 적정 mL수에 succinic acid로 나타내었고 아미노산은 시료 10mL을 취해 1% phenolphthalein 지시약으로 중화한 후, 중성 formalin 용액 5mL을 가하여 유리된 아미노산을 표준한 후 0.1N NaOH 용액으로 담홍색을 나타낼 때까지 적정한 mL수를 glycine으로 나타내었다 [12].

#### 2) Tptal polyphenol content(TPC)측정

전통주의 Total polyphenol content 측정을 Folin-Ciocalteu's(FC) reagent를 이용하여 시험하였다. Metal oxide reduction을 이용한 방법으로 각 시료 20μl에 증류수 1.58mL를 추가한 후 FC reagent 100μl를 vortex로 혼합하여 5분 후 20% sodium carbonate 용액 300μl을 첨가하여 2시간 동안 실온에서 반응시킨 후 765nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 측정 결과는 galic acid를 이용하여 표준곡선( $r^2=0.9948$ )에 대입하여 galic acid equivalents (GAE, mg·L<sup>-1</sup>)를 구하였다[13].

#### 3) The reduction power(P<sub>R</sub>) 측정

전통주인 과화주와 백화춘의 환원력을 구하기 위해 the ferric reducing / antioxidant power (FRAP) assay를 사용하였다. FRAP 용액은 40 mM HCl에 10 mM

TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) 로 녹인 용액 2.5mL 와 20 mM FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 2.5mL, 0.3M acetate buffer (pH 3.6) 25mL을 혼합하여 37°C에서 보관하여 준비하였다. FRAP 용액 900μl에 시료 30μl와 증류수 90μl를 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시킨 후 595nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. Reducing power (PR)는 ascorbic acid equivalents (mM AE)와 Trolox equivalents antioxidant capacity (mM TEAC)를 표준 곡선 ( $r^2=0.9992/0.9985$ )에 대입하여 나타내었다[14,15].

#### 4) ABTS를 이용한 항산화 활성 측정

ABTS<sup>•+</sup> 용액은 7 mM ABTS 저장용액과 2.45 mM potassium persulfate (최종 농도)를 혼합하여 12~16시간 동안 실온에서 암소 보관 후 PBS buffer (pH 7.4)를 이용하여 734nm 파장에서 흡광도 0.70(±0.02)가 되도록 희석하여 제조하였다. 희석한 시료 10μl에 ABTS 용액 1mL을 혼합하여 30°C에서 6분간 반응시킨 후 734nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도의 감소는  $I=[(AB-AA)/AB] \times 100$ 에 의해 구하였다. ( $I = ABTS^{\bullet+}$  inhibition%, AB = absorbance of a blank sample,  $t=0min$ , AA = absorbance of a test sample at the end of the reaction,  $t=6min$ ) Trolox를 표준물질로 Trolox equivalents antioxidant capacity(TEAC)값을 구하였다 ( $r^2=0.9973$ ) [16].

#### 4. 통계처리

실험에 대한 결과를 각 3회 실시하여 평균과 표준편차로 나타내었고 [17] 이화학적 특성은 PCA(principle component analysis)로 분석하였다.

### III. 연구결과

#### 1) 전통주의 이화학적 특성

전통주인 과화주와 백화춘은 기존 문헌을 바탕으로 표 1, 2와 같이 일정비율을 조정하여 제조하였으며 이화학적 특성은 표 3과 같다. 과화주는 찹쌀을 주재료로 빛는 단양주로서 알코올 함량은 5.21~12.52%를 보였으며, 이는 고두밥의 주원료인 찹쌀의 함량과 비교하여 누룩과 양조용수의 양이 적기 때문에 알코올 생성이 낮게 나타난 것으로 보인다. K1~K9 실험군의 환원당의 함량은 1.07~2.47g/L, pH는

3.22~3.77%, 총산의 경우 0.46~0.86%로 나타났다. 생성된 유기산과 알코올 반응에 의한 pH상승이 적어 총산의 함량이 낮게 나타난 것으로 보여진다. protease에 의한 쌀의 단백질 분해로 나타나는 아미노산은 0.03~0.13%의 값을 보여 낮게 나타났다. 백화춘의 알코올 함량은 0.62~9.80%를 보였으나, B3과 B8번 실험군을 제외하고 3~5%의 알코올 함량을 나타내었다. pH는 3.02~3.39%, 총산의 경우 0.51~0.87%, 아미노산은 0.03~0.08%로 낮은 함량을 보였다. 백화춘의 pH가 낮은 것은 고두밥을 짓기 위한 쌀의 처리방법에 있어 4일간 침지후 건져 무른 고두밥을 짓기 때문에 영향을 주는 것으로 생각되어진다.

전통주인 과화주와 백화춘의 이화학적 특성을 PCA(principle component analysis)로 분석한 결과 그림 1, 그림 2와 같다.

과화주의 PCA score plot (PC1/PC2) 결과 K2, K4, K5번 실험군이 PC1 음의 방향에 위치하였고, 알코올 함량이 5.21~6.57%로 가장 낮은 값을 보였다. 발효기간이 5일로 짧아 효모가 쌀의 영양원을 알코올 발효에 충분히 이용하지 못한 것으로 생각되어지며, center sample인 9번과 가장 유사한 주류로는 K1과 K8번 실험군으로 나타났다. 백화춘은 PC1과 PC2의 주요인이 알코올과 환원당으로 PC1 양의 방향에 B3, B4, B8번 실험군이 위치하였다. B5~7번 실험군의 경우 알코올 함량이 적게 측정되었는데, 이는 누룩의 양과 발효기간이 쌀과 물의 비율이 적적하지 않아 발효에 영향을 준 것으로 생각되어진다. 과화주와 백화춘의 경우 모두 PC1(-)과 PC2(-)에서 반시계 방향으로 발효의 진행이 이루어진 것을 확인할 수 있었는데, 이는 이 [16]의 막걸리 연구와 유사하게 나타남을 알수 있었다.

#### 2) 전통주의 항산화활성

전통주인 과화주와 백화춘의 항산화 능력을 측정하기 위해 2종류의 방법: 2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS<sup>•+</sup>)) radical cation decolourisation, and ferric reducing/antioxidant power (FRAP)를 이용하여 총 페놀 함량과 상관계수를 비교하였다.

과화주의 총 페놀 함량은 평균 915.50mg/L, 백화춘의 총 페놀 함량은 평균 683.23mg/L로 레드와인의 경

우 1,500~2,500mg/L, 화이트와인의 페놀 함량이 200~400mg/L인 함량과 비교하면 순수 발효로 이루어지는 전통주의 페놀 함량이 높은 값을 나타내는 것을 알 수 있다. Ferric reducing power는 ascorbic acid와 합성 항산화제인 Trolox를 표준물질로 환산하였고 표4와 같이 과화주는 평균 0.16mM (ASC)과 0.19mM(TEAC)값을, 백화춘은 평균 0.16mM (ASC)과 0.20mM(TEAC)값을 보여 비슷하게 나타났다. 또 다른 항산화 실험방법인 ABTS는 Trolox를 표준물질로 환산하여 과화주가 0.7mM TEAC, 백화춘이 0.47mM TEAC의 값을 보였다. FRAP 실험에서는 과화주와 백화춘이 비슷하게 나타났으나 ABTS의 항산화능 측정은 백화춘이 낮은 값을 나타내었다. FRAP와 ABTS의 항산화능 측정은 총 페놀 함량과 유사한 상관관계를 보이는데 그림 2에서 과화주는  $r_{GAE/PR} = 0.541$ 과  $r_{GAE/TEAC} = 0.6842$ 의 낮은 상관계수를 보였으며, 백화춘은  $r_{GAE/PR} = 0.6992$ 와  $r_{GAE/TEAC} = 0.9873$ 의 높은 상관계수를 보였다. 과화주와 백화춘을 비교하였을 때 다른 항산화능을 보였고, 과화주의 경우 일부 실험군에서 높은 수치를 보였다. 과화주는 높은 ABTS와 비교하여 낮은 reducing power를 보이는데 polysaccharides, proteins, peptides와 같은 성분이 ferric reduction 과정에 반응 저해를 일으키는 것으로 추측되어진다.

### 3) 전통주의 NMR spectrum 분석 및 multivariate analysis

전통주인 과화주와 백화춘의 NMR spectrum은 COW(correlation optimized warping) 방법을 이용하여 조정하였으며, 증류수와 ethanol regions을 제외시키고, 0.005ppm 단위로 나누어 3×9 실험군 49,086개의 변수값을 PCA(Principle component analysis)를 이용하여 분석하였다. 발효기간에 따라 각 주류는 3집단으로 나누었고, 모든 spectrum은 aliphatic (0-3ppm), sugar (3-6ppm), aromatic (6-10ppm) region으로 구분하였다. 본 결과에서는 aromatic region을 제외하고, 전통주(과화주, 백화춘)와 상호간의 0-10ppm까지의 모든 data와 aliphatic, sugar data를 PCA score와 loading plot으로 그림 3과 그림4에 나타내었다. 과화주는 찹쌀을 주원료로 하며 누룩과 물의 양이 적은 것이 특징으로 백화춘과 유사한 술이다. 과화주의 PCA score plot은 PC1 (51%),

PC2 (23%)로 나타났으며, PC1과 PC2의 양의 주요 물질은 당성분, 음의 방향에는 유기산이 주성분으로 분석되었다. PC1 상에서 K2, K4, K7, K8, center sample인 K9번이 양의 방향에 있고 K1, K3, K5, K6번이 음의 방향에 위치하였다. 이는 쌀의 양이 많고 물의 양이 적은 경우 당의 생성이 높았으며, 동일한 쌀의 양에 누룩의 양이 적은 경우 발효기간을 늘리면 보완이 되었다. 백화춘의 경우 누룩의 양이 적은 발효가 특징으로, PC1 (45%), PC2 (21%)로 나타나 과화주와 비슷한 양상을 보였다. PC1 상의 양의 방향에 B3, B5, B7, B9번이, 음의 방향에는 나머지 실험군이 위치하였다. PC1의 주요 물질로는 lactic acid, glycerol,  $\alpha, \beta$ -glucose와 당 성분들이 PC2 양의 방향의 물질은 leucine, o-phosphocholine과 같은 amino acid가 주성분이었다. 위 결과를 통해 누룩의 양이 적고 물의 양이 많이 첨가된 경우 또는 쌀의 양에 비해 누룩이 적게 배합되어 발효기간이 짧은 경우 유기산이 많이 생성되었다. 유기산은 술의 감칠맛과 향기성분을 주는 물질이지만 많을 경우 술 발효에 단점으로 작용되게 된다. 따라서 NMR spectrum에 의한 PCA결과 쌀의 양과 비례하여 누룩의 양이 적거나 물의 양이 많은 경우 발효에 영향을 끼쳐 신맛이 강한 술이 될 수 있음을 알 수가 있다.

### 4) 전통주의 상호분석

전통주인 과화주와 백화춘을 FFD(Fractional factorial design)를 이용하여 사용되는 각 재료의 다양한 비율로 제조를 하여 나오는 발효대사물질을 NMR spectrum을 이용하여 제조 조건에 따른 특징을 PCA 분석을 하였고, 제조 조건이 상이하게 다른 두종류의 주류를 상호 비교하여 분석하였다(그림 5). 전통주인 과화주와 백화춘은 재료 구성 비율이 유사하며, 차이점으로는 만드는 과정에 있어 각각 고두밥의 주재료로 멥쌀과 찹쌀을 사용하는 점, 과화주의 재료에 밀가루가 들어가는 것과 백화춘이 쌀을 4일간 불려 사용하는 것이 다르다. 재료의 차이는 있으나 재료 구성 비율은 유사하여, 그림 6과 같이 유사하게 나타남을 알 수가 있다. 그림 6의 (a)에서 과화주가 PC1 음의 방향에 백화춘이 양의 방향에 위치하고 있고, 일부 백화춘 실험군이 PC1 음의 방향에 위치하고 있다. 따라서 대표적 유기산인 lactic acid와 일부 아미노산에 의해 전통주 발효가 결정되는 것을 볼 수 있다. 전체 spectrum 분석결과 백화

춘의 절반 실험군이 과하주와 같은 PC1 음의 영역에 위치하고 있으며 loading plot과 대입하였을 때 PC1 양의 방향에 있는 경우 lactic acid와 isoleucine, choline과 같은 일부 아미노산이 주성분이며, 과하주의 경우 glucose, xylose, maltose 등의 당 성분이 주성분을 알 수가 있다.

#### IV. 결 론

전통주 중에 밀술 처리방법으로 고두밥을 찹쌀과 찹쌀로 이용하는 과화주와 백화춘을 만들어 이화학적 특성과 향산화활성을 분석한 결과는 다음과 같다. 과화주는 찹쌀을 주재료로 빚는 단양주로서 알코올 함량은 5.21~12.52%를 환원당의 함량은 1.07~2.47g/L을 보였으며, 백화춘의 알코올 함량은 일부 실험군을 제외하고 3~5%의 알코올 함량을 보였다. 전통주인 과화주와 백화춘의 NMR spectrum에 의한 PCA결과 쌀의 양과 비례하여 누룩의 양이 적거나 물의 양이 많은 경우 발효에 영향을 끼쳐 신맛이 강한 술이 될 수 있음을 알수가 있었으며, 전통주의 spectrum 분석결과 백화춘의 50% 실험군이 과하주와 같은 PC1 음의 영역에 위치하고 있었다. 백화춘의 경우 loading plot과 대입하였을 때 PC1 양의 방향에 있는 경우 lactic acid와 isoleucine, choline과 같은 일부 아미노산이 주성분이며, 과하주의 경우 glucose, xylose, maltose 등의 당 성분이 주성분을 알수가 있다. 따라서 전통주중 재료구성비율이 비슷하면서 만드는 방법의 차이를 보이는 과화주와 백화춘의 이화학적 특성과 향산화활성을 측정하고 상호분석을 통하여 전통주 발효과정을 파악하고 제조하는 기초자료로 활용하는 데 도움이 될 수 있을 것이라 생각한다.

표 1. 재료배합비를 달리한 과화주 제조  
 Table 1. Formulas of Kwaha-ju containing various of factor

Exp.	Factor				
	Rice(g)	Nuruk (g)	Wheat flour (g)	Water (ml)	Fermentation time (days)
K1	220	4.13	4.13	141.8	10
K2	420	4.13	4.13	74.3	5
K3	220	7.88	4.13	74.3	10
K4	420	7.88	4.13	141.8	5
K5	220	4.13	7.88	141.8	5
K6	420	4.13	7.88	74.3	10
K7	220	7.88	7.88	74.3	5
K8	420	7.88	7.88	141.8	10
K9	320	6	6	108	7

표 2. 재료배합비를 달리한 백화춘 제조  
 Table 2. Formulas of *Baikwha-chun* containing various of factor

Exp.	Factor			
	Rice(g)	Nuruk(g)	Water (ml)	Fermentation time (days)
B1	100	3.75	225	4
B2	300	3.75	225	8
B3	100	11.25	225	8
B4	300	11.25	225	4
B5	100	3.75	675	8
B6	300	3.75	675	4
B7	100	11.25	675	4
B8	300	11.25	675	8
B9	200	7.5	450	6

표 3. 전통주의 물성결과를 반영한 Fractional Factorial design  
 Table 3. The Fractional Factorial design with the physical property results of *Traditional Korean Liquors*

Exp.	Response				
	Alcohol(%v/v)	Reducing sugar(g/L)	pH	Total acid <sup>a</sup> (%w/v)	Amino acid <sup>b</sup> (%w/v)
B1 <sup>2)</sup>	3.98±0.03	1.95±0.01	3.11±0.01	0.61±0.01	0.05±0.01
B2	3.18±0.04	1.93±0.3	3.14±0.00	0.65±0.01	0.07±0.01
B3	9.80±0.09	3.39±0.05	3.29±0.03	0.63±0.01	0.06±0.01
B4	4.70±0.06	2.71±0.24	3.39±0.05	0.51±0.01	0.07±0.01
B5	0.62±0.01	2.00±0.02	3.02±0.02	0.58±0.01	0.04±0.01
B6	1.15±0.01	2.02±0.24	3.08±0.01	0.57±0.02	0.05±0.01
B7	3.62±0.07	3.08±0.04	3.04±0.02	0.56±0.01	0.03±0.01
B8	6.19±0.1	1.56±0.35	3.13±0.01	0.87±0.03	0.08±0.01
B9	3.78±0.02	0.97±0.04	3.09±0.03	0.67±0.01	0.05±0.01

Exp.	Response				
	Alcohol(%v/v)	Reducing sugar(g/L)	pH	Total acid <sup>a</sup> (%w/v)	Amino acid <sup>b</sup> (%w/v)
K1	8.97±0.15	1.76±0.12	3.35±0.01	0.55±0.02	0.08±0.02
K2	5.21±0.06	1.58±0.07	3.36±0.02	0.51±0.04	0.06±0.01
K3	12.52±0.17	2.15±0.13	3.60±0.04	0.52±0.03	0.13±0.01
K4	6.57±0.14	2.19±0.09	3.46±0.02	0.46±0.04	0.03±0.02
K5	5.51±0.02	1.98±0.05	3.22±0.01	0.53±0.01	0.05±0.03
K6	8.36±0.08	1.07±0.06	3.37±0.02	0.68±0.01	0.10±0.01
K7	9.09±0.05	2.47±0.11	3.77±0.03	0.46±0.01	0.11±0.02
K8	10.89±0.08	1.77±0.07	3.62±0.01	0.56±0.02	0.12±0.01
K9	8.96±0.15	1.83±0.07	3.49±0.01	0.56±0.01	0.08±0.01

- 1) Kwaha-ju
- 2) Baikwha-chun

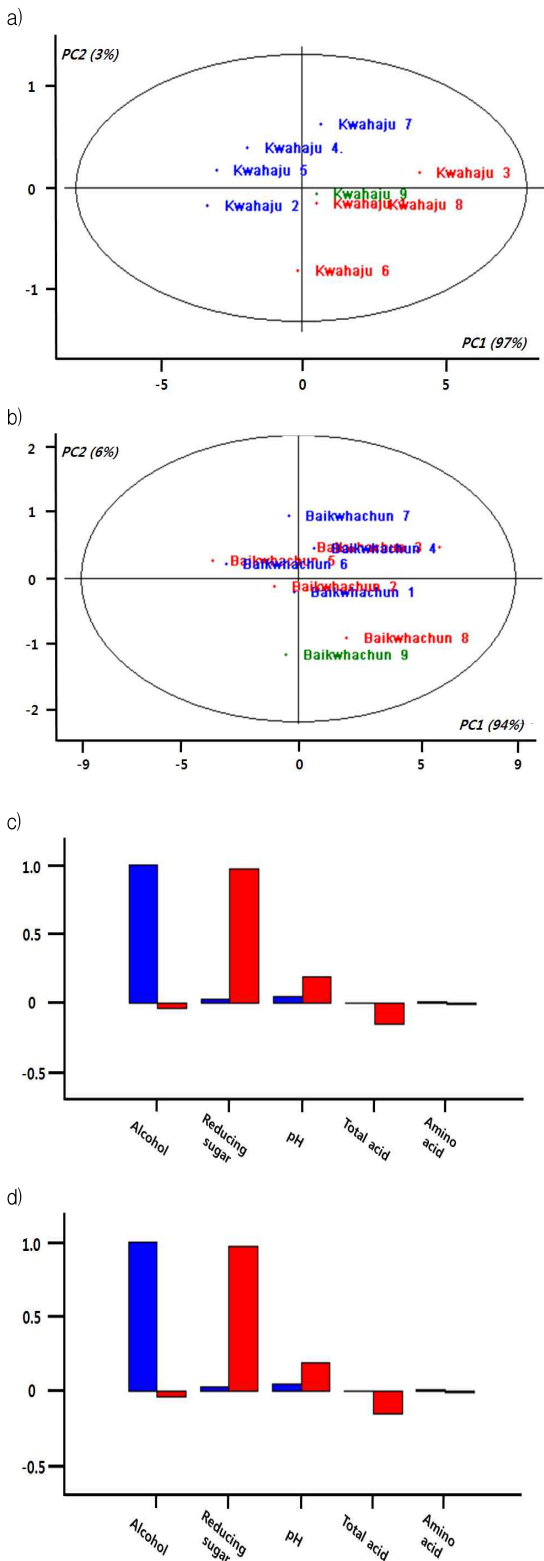


그림 1. 디자인샘플(X)과 물리화학적(Y) 특성사이를 보여주는 w 전통주의 PCA(a-b)점수와 로딩(c-d) plots  
Fig 1. PCA score(a-b) and loading(c-d) plots derived from the *Makgeokiri* demonstrating between Design sample(X) and Physicochemical properties(Y).

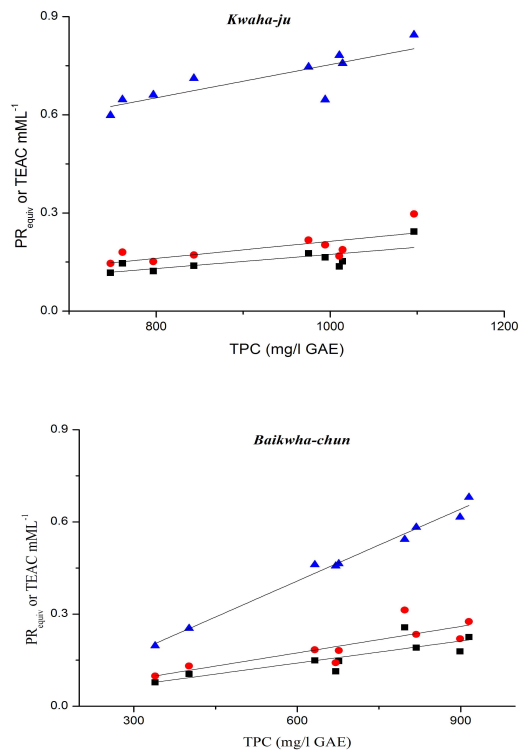


그림 2. 전통주 종류의 소거활성 및 GAE의 총 폴리페놀 함량의 의존성  
Fig 2. The dependence of scavenging activities of all investigated a) *Kwaha-ju* b) *Baikwha-chun* samples expressed in PR<sub>(mM AE)</sub> (■) and PR<sub>(mM TEAC)</sub> (●), ABTS<sub>(mM TEAC)</sub> (▲) versus total polyphenol content in GAE..

표 4. Fractional Factorial design에 따른 전통주 항산화 활성값  
 Table 4. Antioxidant activity values of *Traditional Korean Liquors* from the results of the Fractional Factorial design

Exp.	TPC (mg/l) <sup>a</sup>	% ABTS (inhibit ion)	ABTS(mM TEAC) <sup>b</sup>	PR(mM AE) <sup>c</sup>	PR(mM TEAC)
K1 <sup>d</sup>	843.42±4.73	37.67±0.51	0.71±0.01	0.14±0.03	0.17±0.03
K2	796.75±4.51	35.39±0.14	0.66±0.00	0.12±0.02	0.15±0.02
K3	1096.33±7.64	43.63±0.85	0.84±0.02	0.24±0.02	0.30±0.02
K4	761.33±10.48	34.73±0.60	0.65±0.01	0.15±0.01	0.18±0.01
K5	747.58±0.72	32.56±0.47	0.60±0.08	0.12±0.01	0.15±0.01
K6	1010.50±10.90	40.83±0.32	0.78±0.07	0.14±0.01	0.17±0.01
K7	975.08±10.63	39.22±0.92	0.75±0.04	0.18±0.02	0.22±0.02
K8	1014.25±7.50	39.71±0.11	0.76±0.05	0.15±0.02	0.19±0.02
K9	994.25±8.20	34.72±0.62	0.65±0.15	0.16±0.02	0.20±0.02

Exp.	TPC (mg/l) <sup>a</sup>	% ABTS (inhibit ion)	ABTS(mM TEAC) <sup>b</sup>	PR(mM AE) <sup>c</sup>	PR(mM TEAC)
B1 <sup>e</sup>	632.17±3.15	26.39±0.90	0.46±0.02	0.15±0.01	0.18±0.01
B2	898.83±10.03	33.33±0.69	0.62±0.02	0.18±0.01	0.22±0.02
B3	797.17±2.89	30.09±0.88	0.54±0.02	0.26±0.01	0.31±0.01
B4	818.42±13.37	31.86±0.17	0.58±0.05	0.18±0.01	0.23±0.02
B5	339.25±7.50	14.50±0.20	0.20±0.03	0.08±0.01	0.10±0.01
B6	670.50±1.25	26.18±0.67	0.46±0.06	0.11±0.01	0.14±0.01
B7	401.33±8.51	17.05±0.52	0.25±0.01	0.10±0.00	0.13±0.01
B8	915.08±9.21	36.24±0.05	0.68±0.02	0.24±0.01	0.28±0.02
B9	676.33±4.39	26.52±0.95	0.46±0.02	0.15±0.01	0.18±0.01

- a) Values expressed as mg of gallic acid equivalents (GAE) l-1  
 b) Antiradical activity (Trolox equivalents antioxidant capacity - TEAC)  
 c) Reducing power (Ascorbic acid equivalents - AE)  
 d) Kwaha-ju  
 e) Baikwha-chun

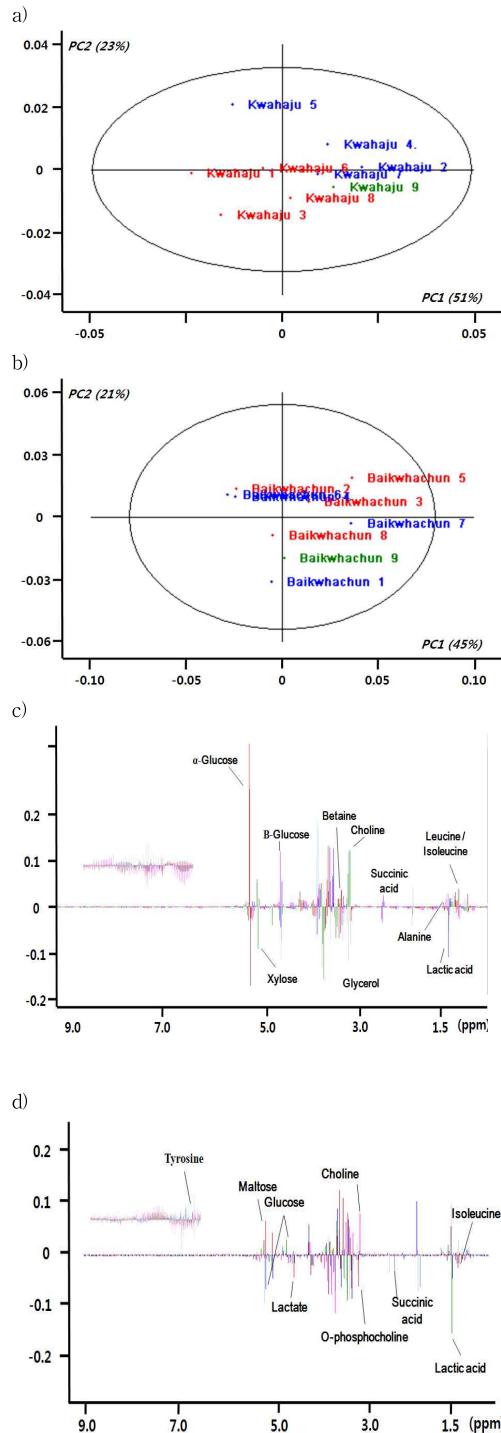


그림 3. <sup>1</sup>H NMR 전통주 스펙트럼에서 추출한 PCA(a-b)점수와 로딩(c-d) plots

Fig 3. PCA score(a-b) and loading(c-d) plots derived from the <sup>1</sup>H NMR *Traditional Korean Liquors* spectra demonstrating between a) *Kwaha-ju* b) *Baikwha-chun* samples

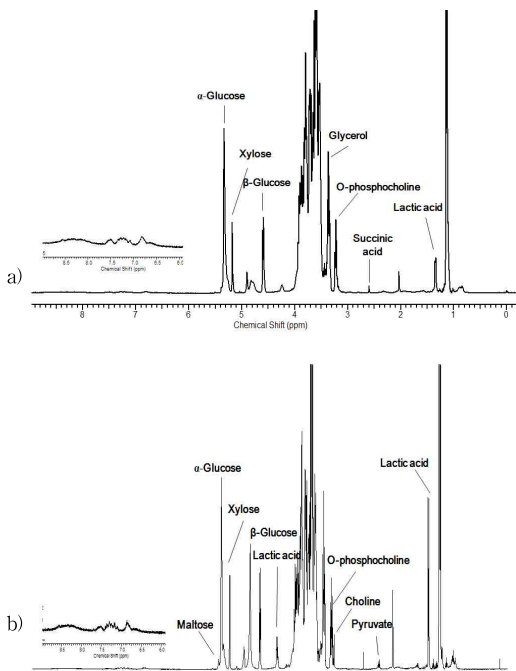


그림 4. 전통주의 대표적인 <sup>1</sup>H NMR 스펙트럼 a) 과화주, b) 백화춘  
 Figure 4. Representative <sup>1</sup>H NMR spectra of *Traditional Korean Liquors* a) Kwaha-ju b) Baikwha-chun

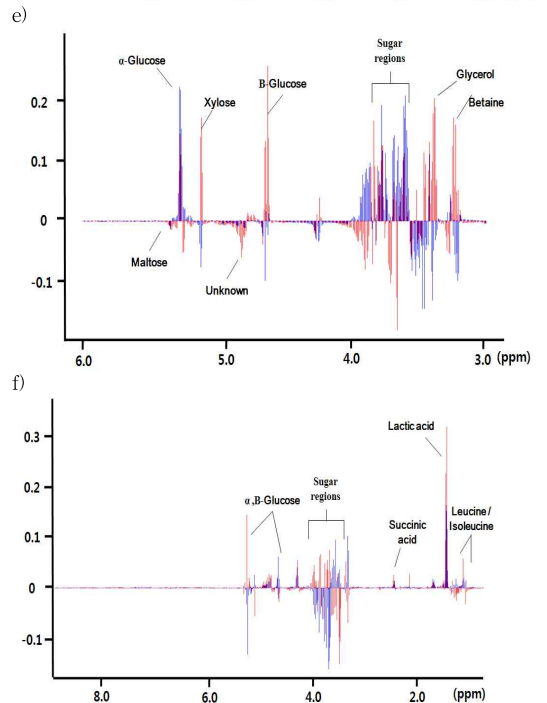
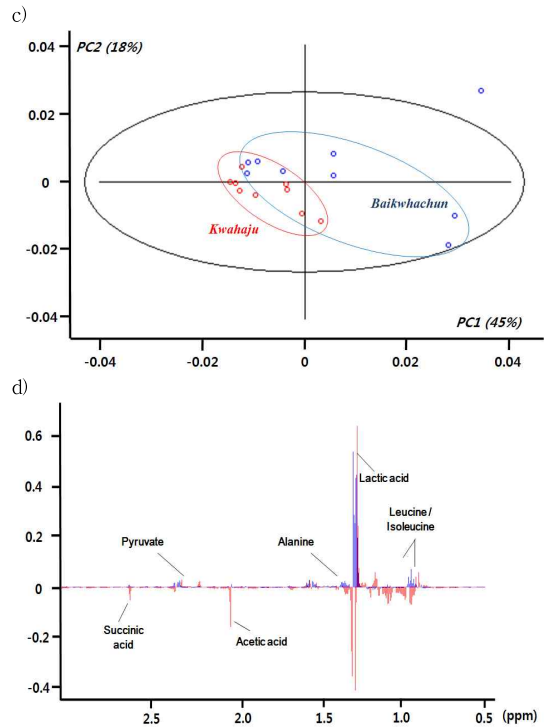


그림 5. <sup>1</sup>H NMR 전통주 스펙트럼에서 추출한 PCA(a-b)점수와 로딩(c-d) plots 상호분석  
 Fig 5. PCA score(a-c) and loading(d-f) plots derived from the <sup>1</sup>H NMR spectra of Korea traditional liquors *Kwaha-ju* and *Baikwha-chun*



## References

- [1] S. H. Seo, J. E. Lee, “Consumers perception of Korean foods compatible with traditional Korean liquors”, *Korean J. FoodCulture*, Vol. 24, No 1, pp 1-9, 2009.
- [2] J. Y. Kim, G. S. Park, “Analysis of Consumers Present Use and Future Demand of Traditional Korean Liquors”, *Korean J. FoodCook Sci*, Vol. 30, No 1, pp 41-50. 2014.
- [3] J. H. Lee, Y. J. Kwon and H. G. Song, “Relationships between consumers well-being recognition and Korean traditional liquor selection properties”, *J FoodService Management Soc Korea*, Vol. 15, No 5, pp 163-183, 2012.
- [4] J. H. Song, S. Y. Baek D.H.Lee, J.H. Jung, H.K. Kim and J. S. Lee, “Screening of fungal nuruk and yeast for brewing of gugija-liriope tuber traditional rice wine and optimal fermentation condition”, *J Korean Soc Food Sci Nutr*, Vol. 32, No 6, pp 847-854, 2011.
- [5] J. H. Kim, S. C. Jeong, N. M. Kim and J. S. Lee, “Effect of indian millet koji and legumes on the quality and angiotensin I-Converting enzyme inhibitory activity of Korean traditional rice wine”, *Korean J Food Sci Tech*, Vol. 35, No 4, pp 733-737, 2003.
- [6] Y. J. Kim, Y. S. Han, “The use of Korean traditional liquors and plan for encourageing it”, *Korean J Food Culture*, Vol. 21, No 1, pp 31-41, 2006.
- [7] T. Y. Jin, H. J. Chung and J. B. Eun, “The effect of fermentation temperature on the quality of Jinyangju a Korean traditional rice wine”, *Korean J Food Sci Technol*, Vol. 38, pp 414-418, 2006.
- [8] J. Y. Kim, J. S. Koh, “Fermentation characteristics of Jeju foxtail milletwine by isolated alcoholix teast and saccharifying mold”, *J Korean Soc Appl Biol Chem*, Vol. 47, pp 85-91, 2004.
- [9] H. J. Lee, K. J. Jeong, B. R. Han, N. W. Jeong and H. S. Kim, “음식방문”, Gyomoon Publishers, Seoul, Korea, 2014.
- [10] R. D. Park, “전통주 비법 211가지”, Korea show case, Seoul, Korea, 2006.
- [11] GL. Miller, “Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar”, *Anal. Chem*, Vol. 31, pp 426-428, 1959.  
<https://doi.org/10.1021/ac60147a030>
- [12] NTSTS Institute, “Textbook of alcoholic beverage-making”, National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea, 1997.
- [13] L. Andrew, Waterhouse, “Determination of total phenolics”, *Curr. Protoc. Food Analyt. Chem*, I 1.1.1 – I 1.1.8. 2000.
- [14] P. Raquel, B. Laura and S. C. Fulgencio, “Antioxidant Activity of Dietary Polyphenols As Determined by a Modified Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay”, *J. Agric. Food Chem*, Vol. 48, pp 3396-3402, 2000.
- [15] I. F. Benzie. J. J. Strain, “The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power : the FRAP assay”, *Anal. Biochem*, pp 239, 70-76, 1996.
- [16] N. G. Lee, “Physicocgemical Characteristics and Antioxidant Activity of Makgeolli”, *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 6, No. 4, pp 739-745, 2020.  
<https://dx.doi.org/10.17703/JCCT2020.6.4.739>
- [17] N. G. Lee, “A Survey on the Consumption and the Perception of Salted Sea Foods among Seoul Area Housewives” ,*The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 5, No. 4, pp 123-129, 2019.  
<https://dx.doi.org/10.181666/JCCT2019.5.1.115>