



ISSN 1229-8565 (print)

한국지역사회생활과학회지

Korean J Community Living Sci

<http://doi.org/10.7856/kjcls.2020.31.1.15>

ISSN 2287-5190 (on-line)

31(1): 15~24, 2020

31(1): 15~24, 2020

누룩별 약주의 품질특성

강 지 은[†] · 김 하 은¹⁾ · 임 보 라 · 최 한 석²⁾ · 정 석 태

국립농업과학원 · (주)삼양식품¹⁾ · 한국농수산대학²⁾

Analysis of the Physicochemical Characteristics in *Yakju* with Variety *Nuruk*

Ji-Eun Kang[†] · Ha-Eun Kim¹⁾ · Bo-ra Im · Han-Seok Choi²⁾ · Seok-tae Jeong

Fermented & Processed Food Science Division, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju, Korea

Samyang Food R&D, Samyang Food Co., Ltd, Wonju, Korea¹⁾

Dept. Agriculture and Fisheries Processing, Korean National College of Agricultural and Fisheries, Jeonju, Korea²⁾

ABSTRACT

Yakju is a traditional Korean beverage made from rice and *Nuruk*. In this study, the quality characteristics of *Yakju* by rice *Nuruk* and traditional *Nuruk* were examined. The alcohol content (%) of *Yakju* with *A.luchuensis* was 17.10–17.60, and *Yakju* with *A.oryzae* 17.40–18.00, which showed a slightly higher alcohol content ($p < 0.05$). The pH, amino acidity, volatile acid, and b value in *Yakju* with *A.oryzae* were significantly higher than *A.luchuensis* ($p < 0.001$). The acidity, L, a value of *Yakju* with *A.luchuensis* was significantly higher in *Yakju* with *A.oryzae* ($p < 0.001$). An analysis of the electronic nose of *Yakju* showed that the fragrance pattern of *Yakju* was 92.364% for the one ingredient and 7.545% for the two ingredient. The distinction by rice *Nuruk* was classified by the two ingredients, and when songhak was used along with traditional *Nuruk*, it had an aroma pattern independent of the other *Yakju*. According to the results of electronic tongue analysis, *Yakju* with *A.luchuensis* was found to be sour, umami, and *Yakju* with *A.oryzae* had a salty, bitter, and sweet taste. According to the sensory evaluation, taste was the most significant among the panel ($p < 0.001$), and the harmony of taste was the highest with *Yakju* with *A.luchuensis*. The general *Nuruk* and aroma patterns of *Yakju* are divided largely by rice *Nuruk* in the manufacture of *Yakju*. These results are expected to be great help in the development of new products for *Yakju*, considering the flavor and taste of *Yakju*.

Key words: *Yakju*, traditional *Nuruk*, rice *Nuruk*, sensory evaluation

This work was carried out with the support of “Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ01343001)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

Received: 18 October, 2019 Revised: 25 November, 2019 Accepted: 31 January, 2020

[†]**Corresponding Author:** Ji-eun Kang Tel: +82-63-238-3622 E-mail: kje0516@korea.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

약주는 찹쌀이나 멥쌀에 누룩을 넣고 발효시킨 다음, 발효가 끝난 술덧을 여과하여 맑은 액체로 만든 한국의 전통술이다(Kim et al. 2011). 약주는 당화와 알코올 발효가 동시에 일어나는 병행발효주로서, 발효제로 누룩을 사용하는데 이는 밀이나 보리, 쌀 등 곡류에 물을 뿌려 반죽하고 성형한 다음 자연적으로 발효시켜서 제조한다(Kang et al. 2018). 따라서 당화제의 역할만하는 일본의 쌀누룩과는 달리 누룩 제조 과정 동안 환경으로부터 유래된 다양한 미생물이 자연적으로 착생하여 생육한다. 누룩이 생산된 지역의 기후나 풍토, 제조 환경 등에 따라 특색 있는 누룩이 만들어 진다(Seo et al. 2005). 누룩에 함유된 곰팡이와 효모에 의해 생성된 당류, 유기산, 아미노산, 젖산균 등이 다양한 휘발성 향미 성분을 생성한다(Seo et al. 2005). 결국 누룩 미생물의 다양성은 효소 활성, 알코올 발효력, 유기산과 유리아미노산 함량 등에서 차이를 가져오고 이는 전통주의 맛, 향기, 색 등의 품질 특성에 영향을 미치게 된다(Yu et al. 1996). 일본의 경우 원료 및 발효제로 쌀만 이용하는데, 쌀누룩은 증자한 쌀에 순수 배양한 양조용 곰팡이를 접종하여 만든 것으로, 전분을 당분으로 전환시킬 수 있는 효소를 포함한 발효제이다(Choi et al. 2017a). 반면 쌀, 밀 그리고 다양한 전분질 원료로 만든 한국의 누룩은 다양한 미생물과 효소의 영향을 받게 되어 영향인자의 조절이 어렵다. 따라서 일제 강점기를 거치면서 일본 쌀누룩에 활용되는 *Aspergillus*속 곰팡이와 효모가 주로 사용되고 있어 한국 고유의 전통주의 다양성이 상실되면서 현재까지 침체를 맞게 되었다(Lee & Ahn 2010). 특히 누룩취라고 인식되어 있는 약주의 이취는 한국 사람들에게는 곰팡이 냄새(moldy), 유기용매(solvent) 냄새로 묘사되어 전통주의 저변 확대에 걸림돌이 되고 있다(Lee & Ahn 2010). 또한 전통주 활성화를 위한 약주의 소비실태 조사 결과, 숙취, 맛, 가격 등의 이유로(Kim et al. 2013), 한약재향, 입안 잔여감 등(Kim et al. 2018)으로 불만족하여 약

주를 마시지 않는다는 답변이 높았다. 따라서 약주의 주요 선택 요인은 맛, 즉 품질이 결정짓는 것으로 사료된다. 약주의 품질을 향상시키기 위해 많은 연구가 진행되고 있음에도 불구하고 약주의 출고량은 2017년 10,820 kL로 2007년 33,288 kL에 비해 10년 동안 3.1배 감소(National Tax Service 2019)하였는데, 이는 급변하는 소비자의 기호도와 한국 약주 산업현황에 부합한 연구개발이 부족했던 것에 기인한 것으로 사료된다(Kim et al. 2018). 따라서 본 연구에서는 약주 생산업체에서 가장 많이 사용하는 쌀누룩과 시판 재래누룩으로 국세청 주류면허지원센터에서 설정한 표준 약주 제조공정도(National Tax Liquor License Support Center 2000)에 따라 약주를 제조하여 이에 따른 품질특성과 전자코, 전자혀, 관능평가를 통한 향미특성까지 살펴서 약주의 소비확대를 위한 기초자료를 확충하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 시험재료

쌀은 아산둔포농협에서 도정된 삼광쌀 백미(Asan Agricultural Cooperative, Asan, Korea)을 사용하였고, 발효제로서 쌀누룩은 백곡 종균(*Aspergillus luchuensis*, CF1005, Chungmu Fermentation Co., Ulsan, Korea), 황곡 종균(*Aspergillus oryzae*, CF 1003, Chungmu Fermentation Co.)을 사용하여 제조하였다. 재래누룩은 송학곡자(Gwangju, Korea), 진주곡자(Jinju, Korea), 산성누룩(Busan, Korea)에서 판매하는 재래누룩을 구입하여 사용하였다. 효모는 (주)비전바이오켄(Seongnam, Korea)에서 구매한 라파리장(S.I. Lesaffre Co., Marcq-en-Barœul, France), 정제 효소는 충무발효(Chungmu Fermentation Co., Ulsan, Korea) 제품을 사용하였다.

2. 약주 제조

5 L 유리병에 쌀누룩 15.1 g, 효모 0.05 g, 물 21.1

mL을 담아 밑술을 제조한 후, 2일 뒤 쌀누룩 120.8 g과 물 196.3 mL를 추가하였다. 다음날 쌀을 깨끗하게 씻어서 1시간 수침한 다음, 1시간 동안 물빼기를 하였다. 쌀을 증자기(MS-30, Yaegaki Food & System Inc., Himeji, Japan)에 넣고 김이 올라오기 시작한 후부터 40분간 수증기를 더 가해 고두밥을 제조하였다. 유리병에 고두밥 407.7 g, 재래누룩 15.1 g, 정제효소 0.02 g을 넣은 다음 물 679.5 mL를 더했다. 발효는 25℃ 수육조(Fermenter, Dasol Scientific Co., Hwaseong, Korea)에서 진행하였다. 매일 1회 유사한 시간에 잘 저어주며 총 무게 편차가 2 g 미만 일 때까지 발효하였다(13일). 발효가 완료된 술덧을 원심분리(7,000 rpm, 4℃, 30 min)한 다음 상등액을 여과(filter pater No. 2, Advantec Co., Tokyo, Japan) 하여 약주를 제조하였다(Choi et al. 2017b).

3. 일반성분

알코올 함량은 주류분석규정(National Tax Service Liquor License Support Center 2017)에 의하여 측정하였다. 각 시료 100 mL에 증류수 100 mL를 혼합하여 증류하였다. 증류액 약 80 mL를 받고 증류수로 100 mL로 정용한 후 증류액을 15℃로 조정하여 알코올 분석기(AL-3, RIKEN KEIKI, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. pH는 pH 미터기(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 상온에서 측정하였고, 산도는 시료 10 mL를 중화시키는데 필요한 0.1 N NaOH(Yakuri pure chemicals Co., LTD, Kyoto, Japan) 용액이 소비된 mL수로, 아미노산도는 산도를 측정한 시료에 formalin(Yakuri pure chemicals Co., LTD, Kyoto, Japan) 용액 5 mL를 첨가한 다음 0.1 N NaOH로 적정한 값으로 나타내었다(National Tax Service Liquor License Support Center 2017). 환원당은 somogii 변법으로 분석하였다(Chae et al. 2000). Somogyi A액 10 mL와 시료와 증류수를 더해 20 mL되게 첨가하였다. 3분간 끓이고 즉시 냉각한 다음 B액 10 mL, C액 10 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 즉시 D액으로 적정하였다. 갈색이 없어지고 녹

색이 될 때 1% 전분용액(지시약)을 넣어 코발트색이 될 때를 종말점으로 하였다. 휘발산은 알코올 증류액 30 mL을 이용해 phenolphthalein (Showa chemicals Inc., Tokyo, Japan) 용액 2-3방울을 첨가한 후 0.01 N NaOH를 이용하여 자홍빛이 날 때까지 측정된 후 초산 함량으로 환산하였다. 색도는 Color meter(Ultra Scan PRO, Hunter Lab Inc., Reston, Virginia, USA)를 사용하여 Hunter값 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다.

4. 전자코 분석

약주의 다중향기성분 분석을 위해 시료 0.5 mL을 10 mL vial(Ls-Phs-Psck GmbH, Langerwehe, Germany)에 넣고, 40℃에서 30분간 500 rpm으로 교반하고 전자코(Fast GC based HERACLES flash electronic nose, Alpha Mos, Toulouse, France)를 이용하여 측정하였다. 시료분석에는 두 개의 column이 부착된 Heracles E-nose(DB-5 polar and DB-1701 Slightly polar)가 사용되었으며, FID로 검출하였다. Injection은 syringe type으로 column 온도가 25℃로 유지된 상태에서 column head pressure 1.0 psi로 주입하였다. 분석 시 injector의 온도는 200℃, detector 200℃로 하고 injector pressure는 1.0 psi, detector pressure는 39.0 psi로 하였다. 데이터 통계처리는 Alpha MOS Software를 사용하여 판별분석법(Discriminant Function Analysis)으로 나타내었다(Park 2016).

5. 전자혀 분석

맛 분석은 전자혀(Astree, Alpha Mos, Toulouse, France)를 이용하였다. 채취한 시료를 알코올 4%로 희석한 후, 여과지(Whatman No. 6, Kent, UK)로 여과한 다음 유리용기에 25 mL을 취해 자동시료 측정기에 놓았다. 모든 샘플은 단일 샘플 분석 후 sensor 행군 과정을 설정해 주었다. 표준물질은 standard kit (ASTREE II, Alpha Mos, Toulouse, France)를 사용하

여 diagnostics procedure으로 sensor 상태를 확인하고 실험을 진행하였다. 액체 matrix에 용출된 성분을 분석하여 시료의 맛 패턴을 분석하는데 각 5가지 센서(SRS는 신맛, 짠맛, 쓴맛, STS는 짠맛, 매운맛, 금속맛, UMS는 감칠맛, 짠맛, 짠맛, SWS는 단맛, 신맛, BRS는 쓴맛, 짠맛)는 5가지 맛 중 하나에 주로 관여하는 것으로 각 센서의 감응도를 맛 스코어로 변환하였다. 센서마다 모든 데이터의 평균값(m)과 표준편차(σ)를 산출하고 각 시료별 반복데이터 센서값의 평균값(X)을 토대로 $X' = |(X-m)|/\sigma$ 을 산출하였다. 이 값으로 맛의 상대적 인 스코어를 나타내었다. 데이터 통계처리는 Alpha Mos Software를 사용하여 관별분석법(Discriminant Function Analysis)으로 분석하였다(Kim et al. 2016).

6. 관능평가

관능평가는 Choi의 방법(Choi et al. 2013)을 일부 변형하여 실시하였다. 먼저 본 실험에 앞서 기본 맛 물질(단맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛, 알코올맛)에 대한 예민도와 알코올에 거부감이 없는 19세 이상으로 총 10명(남자 4명, 여자 6명)의 패널을 선정하였고 기존의 주류 관련 관능평가 경험이 있는 국립농업과학원 연구원으로 구성하였다. 평가는 약주 색의 조화, 향의 조화, 맛의 조화, 단맛의 조화, 질감의 조화 등 5가지 항목에 대해 10점 척도로 1점 “조화롭지 않다”, 5점 “보통이다”, 10점 “매우 조화롭다”로 표시하였다. 시료는 난수표로 표시되어 와인잔에 냉장온도(0-4℃)로 제시되었으며, 제시순서는 williams latin square방식(Jeong et al. 2011)에 의해 랜덤화되어 오차를 최소화하였다. 시료 평가 시 한 개의 시료를 평가하고 난 뒤에는 다음 시료를 평가하는데 있어서 영향을 미치지 않도록 따뜻한 물과 가래떡을 입가심 물질로 제공하여 시료와 시료 사이의 쉬는 시간에 활용하도록 하게 하였다. 시료의 평가에 소요된 시간은 약 5분 정도이며, 시료와 시료 사이의 쉬는 시간은 3분으로 하였다(Kim et al. 2017).

7. 통계처리

각 처리구 사이의 성분변화 및 관능평가 결과는 Minitab 16(Minitab Inc., State college, Pennsylvania, USA) 프로그램을 이용하였다. 성분의 함량은 유의수준 5%($p < 0.05$)로 설정하여 일원분산분석을 수행하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이화학 성분

누룩별 약주의 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 누룩별 약주의 알코올 함량(%)은 백국(*Aspergillus luchuensis*)을 활용한 약주는 17.10(산성)~17.60(진주), 황국(*Aspergillus oryzae*)을 활용한 약주는 17.40(진주)~18.00(송학)로 황국약주에서 알코올 함량이 높은 함량을 나타냈으며($p < 0.05$), 이는 모두 13%로 보정한 후 분석하였다. pH는 황국 약주(4.66~4.73)가 백국 약주(3.92~ 3.98)보다 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.001$), 이는 백국의 산 함량에 영향을 받은 것으로 사료된다. *Aspergillus luchuensis*(또는 *A. luchuensis* mut. *kawachii*)는 *A. niger*의 변종으로 동아시아에 많이 분포하고 있고 산 생성능력이 높아 한국과 일본에서 증류식 소주나 막걸리 제조에 사용되어 왔다(Hong et al. 2013). 발효제에 분포하는 균의 특성에 따라 효소활성에 영향을 받아 pH, 산도 및 아미노산도의 함량이 달라진다고 볼 수 있다(Choi et al. 2017a). 산도(mL/10 mL)는 백국 약주의 경우 5.94(산성)~9.78(송학)로, 황국 약주의 경우 3.50(송학)~4.14(산성)로 백국 약주에서 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.001$). 주류의 산은 술덧의 pH를 낮추어 발효과정 중 유해세균의 번식을 억제시키고 야생효모의 증식을 제어하기 때문에 발효초기 lactic acid를 첨가하여 발효하기도 한다(Bae 2008). 이외에 알코올류와 반응하여 방향성을 가진 에스테르 화합물을 생성하게 된다(Ryu & Kim 2002).

아미노산도(mL/10 mL)는 백국 약주에서 2.55(산

Table 1. Physicochemical characteristics of *Yakju* with variety *Nuruk*

Rice <i>Nuruk</i>	<i>A.luchuensis</i>			<i>A.oryzae</i>			F-value	
	Jinju	Sanseong	Songhak	Jinju	Sanseong	Songhak		
Alcohol(%)	17.60 ^{d1)}	17.10 ^f	17.30 ^e	17.40 ^c	17.70 ^b	18.00 ^a	3.000 ^{*2)}	
pH	3.98 ± 0.04 ^b	3.92 ± 0.03 ^b	3.96 ± 0.04 ^b	4.73 ± 0.01 ^a	4.70 ± 0.04 ^a	4.66 ± 0.01 ^a	5.763 ^{***}	
Acidity (mL/10 mL)	7.67 ± 0.58 ^b	5.94 ± 0.67 ^{bc}	9.78 ± 1.48 ^a	3.72 ± 0.49 ^d	4.14 ± 0.39 ^{cd}	3.50 ± 0.28 ^d	7.308 ^{***}	
Aminoacidity (mL/10 mL)	3.70 ± 0.71 ^{ab}	2.55 ± 0.05 ^c	3.45 ± 0.31 ^{bc}	4.46 ± 0.58 ^{ab}	4.75 ± 0.07 ^a	4.03 ± 0.07 ^{ab}	5.171 ^{***}	
Reducing sugar(%)	11.41 ± 0.94	9.58 ± 0.48	12.02 ± 2.22	9.10 ± 0.84	8.78 ± 1.40	8.80 ± 0.21	7.600	
Volatile acid (mg/L)	11.20 ± 0.06 ^d	17.33 ± 0.02 ^{bc}	16.13 ± 0.04 ^c	20.53 ± 0.06 ^b	29.73 ± 0.08 ^a	32.13 ± 0.08 ^a	5.047 ^{***}	
Hunter color value	L ³⁾	93.60 ± 0.05 ^a	89.83 ± 0.01 ^c	91.12 ± 0.02 ^d	92.73 ± 0.00 ^e	92.97 ± 0.00 ^b	92.73 ± 0.01 ^c	5.407 ^{***}
	a ⁴⁾	-1.85 ± 0.01 ^d	-0.44 ± 0.01 ^a	-0.64 ± 0.01 ^b	-0.79 ± 0.01 ^c	-1.86 ± 0.02 ^d	-1.98 ± 0.01 ^e	5.680 ^{***}
	b ⁵⁾	12.34 ± 0.02 ^d	11.92 ± 0.01 ^c	12.51 ± 0.01 ^c	10.25 ± 0.01 ^f	13.69 ± 0.02 ^b	14.67 ± 0.00 ^a	7.323 ^{***}
	δE ⁶⁾	14.01 ± 0.03 ^c	15.67 ± 0.01 ^b	15.34 ± 0.01 ^d	12.58 ± 0.01 ^f	15.49 ± 0.02 ^e	16.48 ± 0.00 ^a	6.303 ^{***}

¹⁾ Values are mean ± SD (n=3), different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

²⁾ p<0.05*, p<0.001***.

³⁾ Lightness (100 = white, 0 = black).

⁴⁾ Redness (+ = red, - = green).

⁵⁾ Yellowness (+ = yellow, - = blue).

⁶⁾ δE was calculated by the difference of ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$).

성)~3.70(진주)으로, 황국 약주의 경우 4.03(송학)~4.75(산성)으로 황국 약주에서 높은 함량을 나타내었다(p<0.001). 주류에 있어 아미노산은 원료 쌀에 함유된 protein body-II(PB-II)의 분해와 발효 후반 효모의 자기분해에 의해서 주로 생성된다(Brewing Society of Japan 1999). 아미노산은 주류의 맛, 색, 향 등에 관여하기 때문에 중요한 성분이다. 주류에 아미노산이 적으면 맛이 가볍고, 많으면 잡미가 증가하여 품질을 저하시키기 때문에 적절한 함량을 유지하는 것이 중요하나 최적 함량에 대해서는 아직 밝혀진 바는 없다. 아미노산은 발효과정 중 효모의 대사에 의하여 고급알코올(fusel oil)로 변환되어 주류의 향기를 부여하기도 하며, 아미노산 산화효소 및 아미노산 탈수효소에 의하여 옥소산(oxo acid)으로 변하여 맛의 변화를 주기도 한다(Erasmus 2005).

환원당 함량(%)은 백국 약주 9.58(산성)~12.02(송

학), 황국 약주 8.78(산성)~9.10(진주)로 나타나 누룩별 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 휘발산 함량(mg/L)은 황국 약주(20.53-32.13 mg/L)가 백국 약주(11.20-17.33 mg/L)보다 높게 나타났다(p<0.001). 약주의 색도는 L값은 백국과 진주곡자를 사용한 약주, a값은 백국과 산성누룩을 사용한 약주, b값과 δE값은 황국과 송학곡자를 사용한 경우 유의적으로 가장 높게 나타났다(p<0.001). 누룩별 약주 중 황국과 송학곡자를 사용한 경우 색도가 가장 높게 나타났다. 주류의 색은 누룩 자체의 색이 발효 중 용출된 것으로 사료되는데(Kwon et al. 2010), 주류의 색도가 높을수록 갈변되었다고 볼 수 있다. 주류의 색에 영향을 미치는 요소는 다양하나 아미노산 중 tyrosine과 tryptophan은 일광조건에서 Mn²⁺의 촉매작용 또는 촉매작용 없이 phenol 화합물과 반응하여 착색물질을 형성하는 반응계가 있으며, 환원당과 amino carbonyl reaction에 의

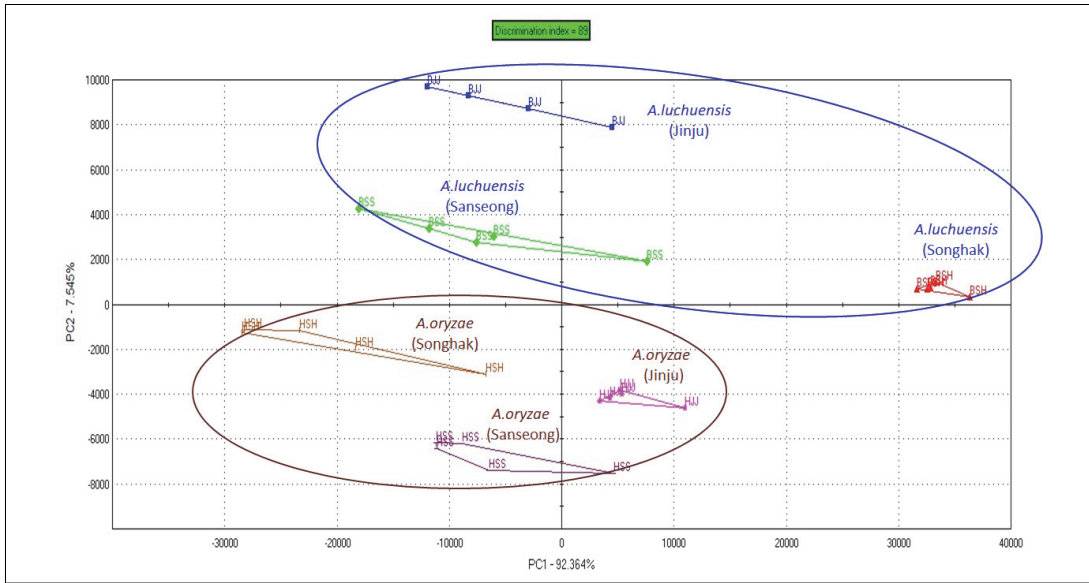


Fig. 1. Discriminant function analysis of an electronic nose in *Yakju*.

해서 melanoidine계의 착색물질인 3-deoxyglucosone 및 3-deoxy-D-pentosone을 생성시킨다(Brewing society of Japan 1999). 따라서 주류의 아미노산 함량이 높으면 색이 진하게 변하는 것이 일반적이다. 본 연구에서도 아미노산도와 색도의 결과가 유의적이지 않지만 쌀 누룩으로 황국균을 사용한 약주에서 다소 높게 나타나 아미노산 함량에 의한 갈변을 확인할 수 있다.

2. 전자코 분석

누룩별 약주의 전자코 분석결과는 Fig. 1과 같다. 제1주성분 값의 기여율은 92.364%, 제2주성분 값의 기여율은 7.545%로 나타났다. 따라서 제1주성분의 값만으로도 향기패턴구분에 필요한 충분한 정보가 됨을 알 수 있다(Chung et al. 2008). 원료 곡물량의 3.7%를 사용한 재래누룩보다는 33.3%를 사용한 쌀누룩 종류에 따라 향기성분패턴이 구분되었다. 백국을 사용한 약주는 제1주성분 값이 -20,000에서 40,000사이에 분포되어 있으며, 진주곡자와 산성누룩 약주가 중앙값에 비슷하게 분포한 것과 달리 송학곡자 약주는 제1주성분 값이 양의 방향으로 크게 이동하는 것을 알 수 있다. 한편 황국을 사용한 약주의 경우 제1주성분 값이 -

30,000에서 10,000까지 분포하였고 여기에서도 송학곡자를 사용한 경우 제1주성분 값이 음의 방향으로 크게 이동하였다. 이로서 전자코 분석결과 백국약주와 황국약주를 구분할 수 있으며, 재래누룩 중 송학곡자를 사용한 경우 다른 재래누룩과는 다른 향기패턴을 보인다는 것을 알 수 있다(Shin & Lee 2003).

3. 전자혀 분석

누룩별 약주 맛의 차이를 알아보기 위해, 각각의 맛 센서 5종과 해당 물질의 센서 감응도 값(Table 2)을 분석한 뒤 Alpha mos를 이용하여 스크리닝하여 맛 스코어를 갖는 레이더(Fig. 2)로 나타내었다. 누룩 종류에 따라 상대적으로 강한 맛을 나타내는 맛이 다른데 쌀누룩별로 맛패턴이 상이한 것을 알 수 있다. SRS(신맛, 짠맛, 쓴맛)의 경우 백국 약주에서 7.80(진주)~8.20(송학), 황국 약주에서 3.90(진주)~4.10(송학)으로, UMS(감칠맛, 짠맛, 짠맛)의 경우 백국 약주에서 5.90(산성)~8.50(송학), 황국 약주에서 2.80(진주)~6.60(송학)으로 백국 약주에서 다소 높게 나타났다. 반면 STS(짠맛, 매운맛, 금속맛)의 경우 백국 약주에서 4.00(송학)~5.10(산성), 황국 약주에서 6.30

Table 2. Taste score of electronic tongue in *Yakju*

Rice <i>Nuruk</i>	Traditional <i>Nuruk</i>	Sensors of E-tongue ¹⁾				
		SRS	STS	UMS	SWS	BRS
<i>A.luchuensis</i>	Jinju	7.80	4.60	7.70	6.70	4.50
	Sanseong	8.00	5.10	5.90	5.20	7.40
	Songhak	8.20	4.00	8.50	3.40	3.30
	Average	8.00	4.57	7.37	5.10	5.07
<i>A.oryzae</i>	Jinju	3.90	8.70	2.80	7.30	8.00
	Sanseong	4.00	7.40	4.50	6.90	8.20
	Songhak	4.10	6.30	6.60	6.40	4.50
	Average	4.00	7.47	4.63	6.87	6.90

¹⁾SRS, sensor for sourness, astringency, and bitterness; STS, sensor for saltiness, spiciness and metallic; UMS, sensor for umami, saltiness, and astringency; SWS, sensor for sweetness and sourness; BRS, sensor for bitterness and astringency.

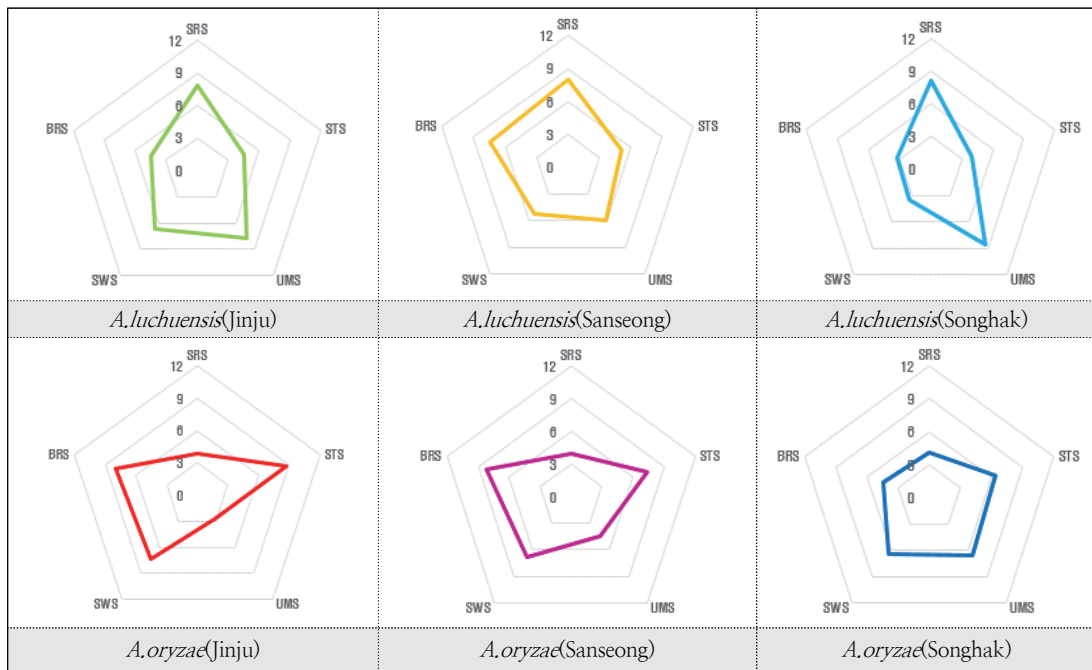


Fig. 2. Radar plot of each sensor of E-tongue in *Yakju*.

(송학)~8.70(진주)로, SWS(단맛, 신맛)의 경우 백국 약주에서 3.40(송학)~6.70(진주), 황국 약주에서 6.40(송학)~7.30(진주), BRS(쓴맛, 짠맛)에서 백국 약주는 3.30(송학)~7.40(산성), 황국 약주는 4.50(송학)~8.20(산성)으로 황국 약주에서 다소 높게 나타났다. 따라서 백국 약주의 경우 주로 신맛(7.80~8.20)과 감

칠맛(5.90~8.50)이, 황국 약주의 경우 짠맛(6.30~8.70), 단맛(6.40~7.30), 쓴맛(4.50~8.20)이 강하게 발현되었다. 재래누룩에 의한 맛패턴 차이는 크지 않으나 진주 곡자와 산성누룩 약주의 경우 유사한 맛패턴을 보이며, 송학곡자 약주는 백국의 신맛(8.20)과 감칠맛(8.50)은 더욱 부각시키고, 황국의 짠맛(6.30)과 쓴맛

(4.50)은 오히려 상쾌해 주는 효과를 준 것으로 사료된다. 전자혀 분석 시 각각의 센서들은 특정한 맛을 결정짓는 유기물과 무기물을 측정하여 그 수치값을 통계처리를 위한 데이터로 활용하게 된다. 단맛은 당, 감칠맛은 글루탐산나트륨, 짠맛은 염화나트륨, 쓴맛은 퀴닌, 탄닌, 염화마그네슘 등에 의해 측정되는 전위차 값을 각각의 맛으로 인식하게 된다. 신맛은 염산, 초산, 구연산 등에서 유래하는 수소이온의 전위차 값으로 측정된다(Dong et al. 2017). 따라서 백국과 황국제조에 사용되는 곰팡이균(*A. luchuensis*, *A. oryzae*)의 효소

에 따라 생성되는 총당, 유리당, 유기산, 아미노산 함량이 다르게 나타나기 때문에 맛 패턴이 구분되어지는 것으로 볼 수 있다(Bae SM, 2008). 누룩별 약주의 센서 감응도 값을 분석한 뒤 Alpha mos를 이용하여 PCA 통계처리를 한 결과는 Fig. 3과 같다. 제1주성분 값은 73.876%, 제2주성분 값은 16.423%로 나타나 주로 제1주성분 값에 의해 맛패턴이 구분되어지는 것을 알 수 있다(Jo et al. 2016). 제1주성분의 양의 방향 100에서 200 사이에 황국 약주가, 음의 방향 -100에서 -200 사이에 백국 약주가 분포되어 맛패턴 또한 쌀누룩 종류

Table 3. Sensory evaluation of *Yakju* with the variety *Nuruk*

Rice <i>Nuruk</i>	Traditional <i>Nuruk</i>	Color	Aroma	Taste	Sweet taste	Texture
<i>A.luchuensis</i>	Jinju	7.40 ± 1.26 ¹⁾	5.07 ± 2.35	6.50 ± 6.15 ^{c2)}	2.70 ± 1.06	6.90 ± 1.10
	Sanseong	7.00 ± 1.41	4.67 ± 2.98	5.38 ± 4.74 ^b	3.50 ± 1.90	6.80 ± 1.14
	Songhak	7.00 ± 1.33	4.40 ± 2.53	6.13 ± 7.98 ^{bc}	3.20 ± 1.32	6.80 ± 1.03
<i>A.oryzae</i>	Jinju	7.70 ± 1.34	5.00 ± 2.71	4.13 ± 4.12 ^a	2.80 ± 1.48	6.00 ± 1.33
	Sanseong	7.40 ± 1.26	4.37 ± 4.91	4.13 ± 5.30 ^a	2.50 ± 1.18	6.40 ± 1.35
	Songhak	7.70 ± 1.16	4.93 ± 1.93	4.63 ± 5.30 ^a	2.30 ± 1.34	6.00 ± 1.05
F-value		0.586	1.270	6.125 ^{***3)}	0.943	1.483

¹⁾ 1, not harmonious; 5, normal harmonious; 10, strongly harmonious.

²⁾ Values are mean ± SD (n=3), different letters within the same row differ significantly (p<0.05).

³⁾ p<0.01****

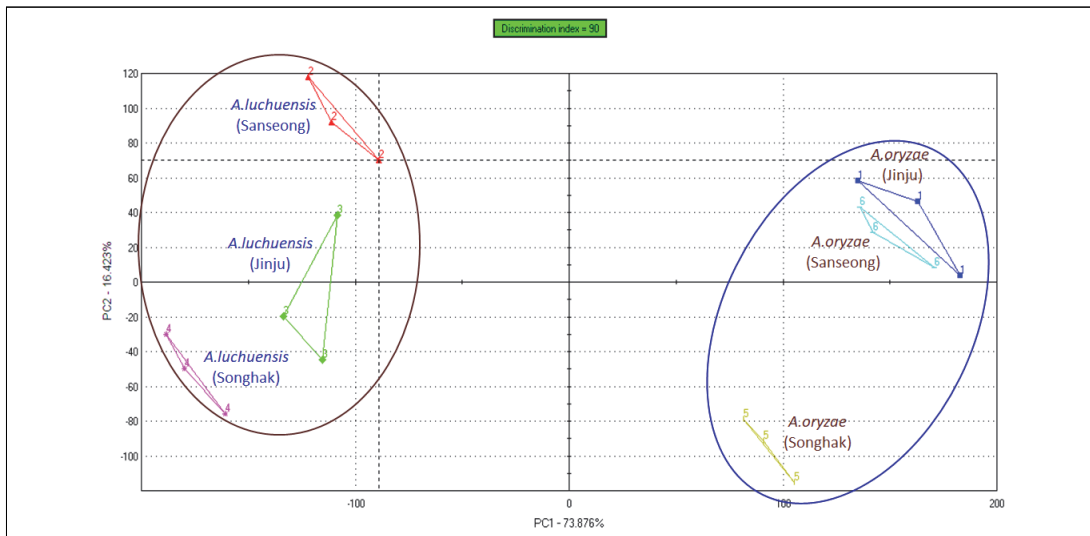


Fig. 3. Discriminant function analysis of the electronic tongue in *Yakju*.

에 따라 구분되어 전자혀 분석을 이용한 쌀누룩 관별이 가능하였다. 제2주성분 값이 약 16%로 낮지만 재래누룩에 의한 구분도 가능하였다. 산성누룩과 진주곡자약주는 제2주성분 양의 값에 위치하나, 송학곡자약주는 모두 음의 값에 위치하여 다른 누룩보다 송학곡자 사용 시 맛패턴이 독립적으로 상이한 것으로 사료된다.

4. 관능적 특성

누룩별 약주 6종 시료에 대한 관능적 특성 평가 결과는 Table 3과 같다. 각각의 항목은 10점 척도로 평가되었으며, 대한민국 우리술 품평회 평가항목을 인용하여 관능평가를 실시하였다(Kim et al. 2017). 그 결과 색의 조화, 향의 조화, 단맛의 정도, 질감의 조화 항목에 대해서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 맛의 조화 항목에 대해서 높은 유의적인 차이가 나타났다($p < 0.001$). 맛의 조화의 경우 크게 백국과 황국, 즉 쌀누룩의 차이로 구분되었고, 맛의 조화로운 정도는 백국 약주가 황국 약주에 비해 유의적으로 높은 점수로 평가되었다($p < 0.05$). 그 외 색의 조화, 향의 조화의 경우 쌀누룩 간 차이를 보이지 않았으나, 단맛의 정도는 백국 약주에서 유의적이지 않으나 다소 높게 나타났다. 실제 단맛은 신맛과 함께 존재할 때 주된 맛 성분이 증가하는 것(Jo et al. 2010)으로 보아 백국의 산 함량에 의한 신맛이 약주의 단맛을 더 상승시켜주는 것으로 사료된다. 따라서 관능평가 결과 쌀누룩은 백국을, 재래누룩은 진주곡자 또는 송학곡자를 활용한 약주에서 맛의 조화가 다소 우수한 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서 누룩별 약주의 품질특성을 살펴보고, 관능평가를 실시하였다. 약주의 이화학적 특성으로 알코올 함량(%)은 백국 약주(17.10~17.60)보다 황국 약주(17.40~18.00)가 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). pH 또한 백국 약주(3.92~3.98)보다 황국 약주(4.66~

4.73)가, 아미노산도(mL/1 0mL)는 백국 약주(2.55~3.70)보다 황국 약주(4.03~4.75)가, 휘발산(mg/L)은 백국 약주(11.20~17.33)보다 황국 약주(20.53~32.13)에서 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.001$). 산도(mL/10 mL)는 백국 약주(5.94~9.78)가 황국 약주(3.50~4.14)보다 함량이 높았다($p < 0.001$). 환원당 함량은 백국약주(9.58~12.02)와 황국약주(8.78~9.10) 함량의 차이가 나타나지 않았고, 색도 중 L값은 백국 약주 중 진주곡자(93.60)를, b값은 황국 약주 중 송학곡자(14.67)를 사용한 경우 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.001$). 약주의 전자코 분석 결과는 제1주성분은 92.364%, 제2주성분은 7.545%의 설명력으로 누룩에 의한 약주의 향기패턴이 구분되었다. 쌀누룩에 의한 구분은 제2주성분에 의해 구분되었으며, 재래누룩 중 송학곡자를 사용한 경우 다른 약주와 독립된 향기패턴으로 구분되어 졌다. 전자혀 분석결과(평균) 백국 약주는 신맛(8.0), 감칠맛(7.37)이, 황국 약주는 짠맛(7.47), 쓴맛(6.90), 단맛(6.87)순으로 강하게 나타났으며, 주성분분석 결과 전자코와 마찬가지로 송학곡자를 사용한 경우 맛 패턴이 독립적으로 구분되었다. 관능평가 결과 색, 향, 맛, 단맛, 질감 중 맛 항목의 유의성이 가장 높게 나타났으며($p < 0.001$), 맛의 조화(10점 척도)는 백국 약주(5.38~6.50)가, 재래누룩은 진주곡자(6.50)와 송학곡자(6.13)를 사용한 경우 가장 높게 나타났다. 약주 제조 시 누룩별로 약주의 일반성분과 향미패턴이 크게 구분되어 짐을 알 수 있다. 본 연구결과를 통해 향후 약주 신제품 개발 시 제조업체의 발효제 선택뿐만 아니라 소비자의 선택에 있어서도 약주의 향과 맛을 고려하여 제품을 선택할 수 있기 때문에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

References

Bae SM(2008) Sake manufacturing technology. Design Plus Co. Seoul. pp166-217
 Brewing Society of Japan(1999) Component of the alcoholic beverages. Shin Nippon Printing Co. Ltd. Tokyo. pp50-62

- Chae SK, Kang KS, Ma SJ, Bang KY, Oh MH, Oh SH(2000) Standard food analytics. Jigu. pp460-463
- Choi HS, Kang JE, Jeong ST, Kim CW, Baek SY, Yeo SH(2017a) Soju brewing characteristics of yeast strain N4 and N9 isolated from Korean traditional *Nuruk*. Korean J Food Preserv 24(5), 714-724
- Choi JH, Kim KP, Chung SJ(2013) Relative sweetness and sweetness quality of low calories sweeteners in milk and coffee model system. Korean J Food Sci Technol 45(6), 754-762
- Choi JS, Yeo SH, Choi HS, Jeong ST(2017b) The effect of rice *Nuruk* prepared from rice with different degree of milling on quality changes in *Yakju*. Korean J Food Sci Technol 49(3), 265-273
- Chung SJ, Lim CR, Noh BS(2008) Understanding the sensory characteristics of various types of molk using descriptive analysis and electronic nose. Korean J Food Sci Technol 40(1), 47-55
- Dong HM, Moon JY, Lee SH(2017) Discrimination of geographical origins of raw ginseng using the electronic tongue. Korean J Food Sci Technol 49(4), 349-354
- Erasmus DJ(2005) Production of acetic acid by *Saccharomyces cerevisiae* during icewine fermentations. Ph.D Thesis, University of British Columbia, pp47-49
- Hong SB, Lee M, Kim DH, Varga J, Frisvad JC, Perrone G, Gomi K, Yamada O, Machida M, Houbraken J(2013) *Aspergillus luchuensis*, an industrially important black *Aspergillus* in East Asia. PLoS One 28, e63769. doi: 10.1371/journal.pone.0063769
- Jeong SJ, Noh BS, Ju JC, Lee MH, Park SY(2011) Quantitative descriptive analysis and principal component at different temperature. Korea J Dairy Sci Technol 29(2), 25-35
- Jo YH, Gu SY, Chung NH, Gao Y, Kim HJ, Jeong MH, Jeong YJ, Kwon JH(2016) Comparative analysis of sensory profiles of commercial cider vinegars from Korea, China, Japan, and US by SPME/GC-MS, E-nose, and E-tongue. Korean J Food Sci Technol 48(5), 430-436. doi:10.9721/KJFST.2016.48.5.430
- Kang JE, Kim CW, Yeo SH, Jeong ST, Kim YS, Choi HS(2018) Effect of heat-treated *Nuruk* on the quality characteristics of aged *Yakju*. Food Sci Biotechnol 27(3), 715-724. doi:10.1007/s10068-018-0306-4
- Kim EH, Ahn BH, Lee MA(2013) Analysis of consumer consumption status and demand of rice wine. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(3), 478-486. doi:10.3746/jkfn.2013.42.3.478
- Kim HE, Kang JE, Choi HS, Jeong ST, Kim CW, Jeon JA(2018) Survey of consumer and consumption of *Yakju* by age. J East Asian Soc Diet Life 28(5), 356-363
- Kim HE, Kang JE, Jeon HB, Choi HS, Kim CW, Jeong ST(2017) Analysis of the quality characteristics of Korean distilled soju. Korean J Food Sci Technol 49(5), 486-493. doi:10.9721/KJFST.2017.49.5.486
- Kim JS, Jung HY, Park EY, Noh BS(2016) Flavor analysis of commercial Korean spirits using and electronic nose and electronic tongue. Korean J Food Sci Technol 48(2), 117-121. doi:10.9721/KJFST.2016.48.2.117
- Kim YT, Kim JH, Yeo SH, Lee DH, Im JU, Jeong ST, Choi JH, Choi HS, Hwang HJ(2011) Urusul Bomulchang-go. The Foundation of Agri Tech Commercialization and Transfer. pp146-181. doi:10.978.8997422/012
- Kwon YH, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH(2010) Fermentation characteristics and volatile compounds in *Yakju* made with various brewing condition glutinous rice and pre-treatment. Korean J Microbial Biotechnol 38(1), 46-52
- Lee SJ, Ahn BH(2010) Sensory profiling of rice wines made with *Nuruk* using different ingredients. Korean J Food Sci Technol 42(1), 119-123
- National Tax Service Liquor License Support Center(2017) Liquor analysis manual. Available from http://stats.nts.go.kr/national/major_detail.asp?year=2016&catecode=A06001# [cited 2017 July 03]
- National Tax Service(2019) Liquor Tax Return. Available from https://stats.nts.go.kr/national/major_detail.asp?year=2018&catecode=A10001# [cited 2019 October 10]
- National Tax Service Liquor License Support Center(2000) Textbook of alcohol beverage production, pp169-184
- Park YD(2016) Comparative study on the physicochemical and sensory properties of heat treated and draft Makgeolli. Master's Thesis, Chonbuk University, pp14
- Ryu LH, Kim YM(2002) Esterification of alcohols with organic acids during distilled spirit distillation. Korean J Food Nutr 15(4), 295-299
- Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK(2005) The changes of microflora during the fermentation of *Takju* and *Yakju*. Korean J Food Sci Technol 37(1), 61-66
- Shin JA, Lee KT(2003) The identification of blended sesame oils by electronic nose. Korean J Food Sci Technol 35(4), 648-652
- Yu TS, Kim HS, Jin H, Ha HP, Kim TY, Yoon IW(1996) Bibliographical study on microorganisms of *Nuruk* (until 1945). J Korean Soc Food Nutr 25(1), 170-179