

양조방법에 따른 사과발효주의 품질특성 및 전자혀, 전자코를 통한 향미특성 분석

이수경
전주대학교 농식품경영학과

Analysis of Quality Characteristics of Apple Fermented Liquor according to Brewing Method and Flavor Characteristics through Electronic Tongue and Electronic Nose

Su-Kyoung Lee
Department of Agrifood Management, Jeonju University

요약 본 연구는 2023년 10월1일~12월31일 실험기간동안 양조방법 즉, 전분질 함량에 따른 사과발효주의 품질특성과 전자코, 전자혀를 통한 향미특성을 알아보자 하였다. 과실주 양조방법(쌀 0%), 단양주 양조방법(쌀 15%), 이양주 양조방법(쌀 100%)으로 전분질 함량을 달리한 사과발효주의 알코올, 당, 총산도는 이양주 양조방법으로 제조한 HR_R2가 가장 높게 나타났다. 유리당 또한 HR_R2에서 glucose 73.32, fructose 10.72로 가장 많이 검출되었으며, 유기산 중 malic acid(사과산)는 과실주 양조방법인 HR_R0이 4.33으로 가장 높게 나타났으나 그 외의 유기산은 이양주 양조방법으로 제조한 HR_R2가 lactic acid은 18.13, citric acid은 2.27, actic acid은 3.70으로 가장 높게 나타났다. 전자혀 분석 결과 sourness는 HR_R0>HR_R1>HR_R2 순으로 나타났고 sweetness, umami, standard, bitterness는 이양주 양조방법으로 제조한 HR_R2가 가장 높게 나타났다. 전자코의 peak area는 20초대, 30초대, 50초대가 가장 높은 값을 보였으며, 20초대 HR_R0와 HR_R1은 초콜렛향, HR_R2는 카라멜향, 30초대는 모든 시료가 바나나향, 50초대 HR_R0와 HR_R1은 카라멜향, HR_R2는 블랙체리향을 발현하는 것으로 나타났다. 위의 결과를 통해 전분질과 과실을 함께 사용하는 전통 양조방법으로 우수한 품질의 과실 발효주 제조가 가능하며, 전분질 함량이 높을수록 향미가 강하여 특성이 뚜렷한 과실 발효주 생산이 가능하다는 것을 확인하였다.

Abstract This study examined the quality characteristics of fermented apple liquor according to the brewing method (starch content) and the flavor characteristics using an electronic nose and an electronic tongue. Fermented apple liquor was produced by varying the starch content using the fruit wine brewing method (rice 0%), the Danyangju brewing method (rice 15%), and the Iyangju brewing method (rice 100%). Alcohol, sugar, and total acidity were highest in HR_R2. Free sugars were detected most frequently in HR_R2. Among the organic acids, malic acid showed the highest content in HR_R0. HR_R2 showed the highest values of the other organic acids. As a result of electronic tongue analysis, sourness appeared in the order HR_R0>HR_R1>HR_R. Sweetness, umami, standard, and bitterness were highest in HR_R2. The peak area of the electronic nose showed the highest values at 20, 30, and 50. At 20 seconds, HR_R0 and HR_R1 had a chocolate scent, and HR_R2 had a caramel scent at 30 seconds. All samples had a banana scent, and at 50 seconds, HR_R0 and HR_R1 had a caramel flavor, and HR_R2 had a black cherry flavor. Hence, fermented fruit liquor with excellent quality and distinct flavor can be produced using a traditional brewing method with starch and fruit together.

Keywords : Apple-Fermented-Liquor, Brewing-Method, Starch-Content, Electronic-Tongue, Electronic-Nose

*Corresponding Author : Su-Kyoung Lee(Jeonju Univ.)

email: lsk13122@jj.ac.kr

Received April 18, 2024

Accepted July 5, 2024

Revised June 10, 2024

Published July 31, 2024

1. 서론

우리나라의 주세법상 주류는 주정과 알코올분 1도 이상의 음료로 규정하고 있으며, 주정, 발효주류, 증류주류, 기타주류로 구분한다[1]. 발효주류중 녹말이 포함된 재료로 제조한 것은 '탁주'라 하고, 탁주를 여과하여 맑게 만든 것은 '약주'라 하며, 과실을 재료로 제조한 것은 '과실주'로 분류하고, 과실과 전분질을 혼합하여 제조한 발효주는 '기타주류'로 구분한다[2]. 통계청 과실류 가공내역에 따르면 2022년 사과 가공품 중 약 92%가 주스 및 음료의 형태를 차지하고 있으며 약 2%정도가 술의 형태로 만들어지고 있다[3]. 우리 농산물의 고부가가치를 창출하는 방안으로 사과 가공 방법에 관한 연구는 꾸준히 이어져 왔다. 국산 사과발효주에 대한 선행연구를 살펴보면 발효온도에 의한 품질특성[4], 효모에 의한 품질특성[5], 가열 농축한 사과와인의 품질특성[6], 청징방법에 따른 특성[7] 연구가 있다. 그러나 전분질 함량에 따른 차이, 즉 과실주와 기타주류에 따른 양조방법의 차이로 인한 품질특성에 대한 연구는 미비한 실정이다. 알코올 생성에는 당화작용과 알코올 발효과정이 필요한 것인데 전분질 원료를 사용하는 우리나라의 약주를 만들기 위해서는 두 과정이 모두 필요하다[8]. 전분의 호화도에 따른 생전분의 함량은 술덧의 발효속도에 영향을 줄 수 있고, 생전분의 처리 방법에 따라 잔당 함량에 차이를 보인다[9]. 이는 전분질의 함량에 따라 술의 맛과 향에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 작용할 수 있다.

문순형 기후권에 속하는 우리나라는 상고시대(上古時代)부터 농업의 기틀이 마련되었고 곡류를 사용하여 술을 빚어 왔다[10]. 1540년경 「수운잡방」에 기록된 과실 발효주는 쌀, 누룩, 과실을 이용하여 제조되었다[11]. 서양에서는 사과를 이용하여 발효한 후 알코올 함량이 5.5~12% 정도인 음료를 사과와인이라 한다[12]. 영국과 독일을 중심으로 발전한 사과주는 사과를 파쇄하여 과즙을 이용해 제조한다[13]. 우리나라는 1969년 과실주가 등장하였고 생산 판매되고 있다[4]. 발효주의 주성분 원료는 전분질(곡류, 구근류)과 당분(과일, 당밀·설탕을 정제할 때 나오는 부산물)이 사용된다[14]. 주세법상 과실주는 전분질을 포함할 수 없으며, 서양의 양조방법을 표방하고 있고, 과실과 전분질을 사용한 기타주류는 전통 양조방법을 사용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 주세법 분류에 따른 사과발효주의 양조방법 즉, 전분질 함량에 따른 사과발효주의 품질특성을 확인하고자 한다. 또한 전통주의 향기성분은 주로 감별사에 의한 주관적인

관능검사에 의존하여 맛과 향에 대한 평가가 이루어지고 있는 것이 대부분이다[15]. 와인과 커피처럼 소비자에게 향미에 대한 객관적인 정보 제공이 미흡한 실정이다. 전자혀는 맛 성분과 센서 간의 감응도를 통하여 시료의 맛을 패턴화시키는 기기이며, 전자코는 시료 전체의 향을 동시에 감지하는 특성으로 신속하게 휘발성분 패턴을 분석하는 기기이다[16]. 전자코, 전자혀 분석을 통하여 기존 패턴 관능평가에서 측정하지 못했던 다양한 향미 성분을 객관적으로 분석하여 전통주 발전의 기초자료를 마련하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험원료 및 제조

사과발효주 제조는 전북 전주시 다른오름농업회사법인(주) 양조장에서 현장 적용시험으로 진행하였다. 재료 혼합물의 배합과 양조공정은 Table 1.과 같다. 사과는 전북 장수에서 수확된 홍로 품종(Jangsu Apple Market)을 사용하였다. 홍로는 1980년 우리나라 원예연구소에서 '스퍼어리 블레이즈'에 '스퍼골드데리서스'를 교배하여 개발된 품종으로 1988년 홍로라고 이름 지어졌다[17]. 제조용 쌀은 전북 부안에서 재배한 쌀을 구입하여 사용하였다(Geumpan Farming Association Corporation). 누룩은 농업법인(주)한영석발효 연구소(Fermentation Research Institute of Youngseok Han Co., Ltd, Agricultural corporation)에서 구입하여 사용하였다. 설탕은 백설탕(CJ Cheiljadang Co. Ltd.)을 구입해서 사용하였다.

2.1.1 HR_R0 제조

HR_R0는 과실주 양조방법을 사용하였다. 홍로사과를 물로 세척후 파쇄하여 착즙한다. 착즙된 과즙의 당도는 14°Brix인 결과를 보여 본 연구에서는 과즙에 백설탕을 넣어 최종 당도를 22°Brix로 맞추고[18,19], 누룩과 섞어 14~16°C에서 60일 발효한다.

2.1.2 HR_R1 제조

HR_R1은 밀술에 쌀가루 사용하고 덧술에는 고두밥을 넣지 않는 단양주 양조방법을 사용하였다. 담금1은 찹쌀을 깨끗하게 씻는다. 찹쌀 3kg을 2시간 침미 후 2시간 물빼기한다. 쌀을 가루로 만든다. 끓는 물을 준비하여

천천히 쌀가루를 부으며 익반죽한다. 익반죽을 실온에서 식힌 후 누룩과 섞어 20~25℃에서 3일 호기성 발효한다. 담금2은 홍로 사과를 물로 세척후 파쇄하여 착즙한다. 착즙된 과즙을 담금1과 섞어 14~16℃에서 60일 발효한다[20,21].

2.1.3 HR_R2 제조

HR_R2은 밀술에 쌀가루를 사용하고 덧술에 고두밥을 넣는 이양주 양조방법을 사용하였다. 담금1은 찹쌀을 깨끗하게 씻는다. 찹쌀 3kg을 2시간 침미 후 2시간 물빼기한다. 쌀을 가루로 만든다. 끓는 물을 준비하여 천천히 쌀가루를 부으며 익반죽한다. 익반죽을 실온에서 식힌 후 누룩과 섞어 20~25℃에서 3일 호기성 발효한다. 담금2은 찹쌀을 깨끗하게 씻는다. 2시간 침미 후 2시간 물빼기한다. 증자하여 고두밥을 만든다. 홍로사과를 물로 세척후 파쇄하여 착즙한다. 고두밥과 착즙된 과즙을 담금1과 섞어 14~16℃에서 60일 발효한다[20,21].

Table 1. Mixture of raw materials and brewing process

Ingredient		HR-R0 0% ¹⁾	HR-R1 15%	HR-R2 100%
Process 1	Rice Powder	-	3kg	3kg
	Water	-	3L	3L
	Nuruk	-	1%	1%
Fermentation day		-	3	3
Process 2	Apple juice	20L	20L	20L
	Glutinous rice	-	-	17kg
	Nuruk	1%	-	-
	Sugar	1kg	-	-
Fermentation day		60	60	60

¹⁾HR_R0: Rice 0%, HR_R1: Rice 15%, HR_R2: Rice 100%

2.2 알코올, 당도, pH, 총산도 측정

알코올 함량은 시료 100 mL를 취하고 증류수 100 mL를 혼합하여 증류한다. 증류액을 50 mL 받아 나머지는 차가운 증류수로 100 mL 정용한 후 Density meter(DMA 501, Anton Paar, Austria)를 이용하여 측정하였다. 당도(° Brix)는 Digital Refractometer(HI-9680, Hanna, Romania)를 이용하여 측정하였다. pH는 pH meter(SevenCompact pH/Ion S220, Mettler Toledo, Swiss)를 사용하여 측정하였다. 총산도는 시료 10 g을 취하여 정제수를 가하여 100mL로 희석한 후 20 mL 페놀프탈레인시액을 지시약으로 하여

0.1 N 수산화나트륨액(NaOH)으로 적정한다. 측정 결과 는 아래 계산식에 따라 구하였다.

$$\text{total acidity (w/v\%)} = \frac{0.006 \times V \times F \times \text{dilution factor}}{S} \times 100$$

S: sample collection volume(mL)

V: 0.1N consumption of NaOH(mL)

f: 0.1N potency of NaOH

2.3 유리당 측정

지방이 제거된 시료에 정제수 25 mL를 가하여 무게를 확인하였다. 이를 85℃ 수조에서 25분간 가온하여 당류를 추출하고 실온으로 냉각하여 최초 기록한 추출용매의 무게가 될 수 있도록 추출용매를 첨가하였다. 이를 멤브레인 필터(0.45 μm)로 여과하여 HPLC(1260 Infinity, Agilent, USA)로 분석하였다.

2.4 유리산 측정

유기산은 시료 10 g을 정밀하게 취하여 증류수로 50 mL로 하였다. 카트리지에 아세트니트릴/증류수(1:1) 용액 10 mL를 유출시켜 활성화 시킨 후 카트리지 내 용액을 제거하였다. 이어서 증류수를 넣은 시료 중 10 mL를 가하여 초기 용출액 4 ~5 mL를 제거한 후 나머지 용출액을 분취하여 멤브레인 필터(0.45 μm)로 여과하여 HPLC(1260 Infinity, Agilent, USA)로 분석하였다.

2.5 전자혀 측정

각 시료가 가지는 맛 성분 패턴 분석은 전자혀 시스템(electronic tongue, Astree, Alpha MOS)을 이용하여 분석하였다. 각 시료는 7가지 센서(AHS, 신맛; CTS, 짠맛; NMS, 감칠맛; PKS, 단맛; ANS, 쓴맛; CPS; SCS)를 기준으로 측정되었고 CPS와 SCS는 standard로 사용하였다. 7가지 센서는 각각의 화학성분에 대한 측정이 아닌 분석 샘플의 전반적인 맛을 센서 감응도 0-12의 index를 기준으로 맛 스코어로 변환하여 나타내었다. 또한 E-tongue에 부착된 3개의 상대적인 표현이 가능한 taste sensor의 AHS(sourness), CTS(saltiness) 그리고 NMS(umami)를 통하여 taste pattern으로 구별하여 분석하였다. 각 시료는 액체 형태의 원액 시료 1 mL를 멸균수와 1:99 (v/w)의 비율로 희석(dilution) 된 시료를 대상으로 분석하였다. Acquisition duration는 각

시료 마다 120초 간 3반복으로 설정되었으며, 분석이 완료된 결과 값은 각 센서별 감응도 범위에 해당하는 상대적 스코어로 변환시켜 맛의 패턴을 확인하였다. 각 시료별 맛 성분 패턴 분석의 유의성 검토는 Alpha MOS사에서 제공된 프로그램 AlphaSoft(Alpha MOS, Toulouse, France)을 사용하여 수행하였다.

2.6 전자코 측정

각 시료가 가지는 향 분석은 electronic nose (Heracles II, Alpha MOS, France)를 활용하여 시료의 향을 포집하여 패턴을 분석하였다. 20 mL vial에 시료 200 μ L를 넣어 밀봉한 뒤, 40 $^{\circ}$ C의 oven에서 20min 동안 교반하여 포화된 샘플의 휘발성 향기 성분을 1000 μ L 포집하여 사용하였다. 분석 조건은 injector temperature 200 $^{\circ}$ C, Temperature program 50 $^{\circ}$ C~250 $^{\circ}$ C으로 설정하였으며, 분당 상승 온도 50 $^{\circ}$ C~80 $^{\circ}$ C까지 1 $^{\circ}$ C/sec, 80 $^{\circ}$ C~250 $^{\circ}$ C까지 3 $^{\circ}$ C/sec로 점진적으로 온도를 상승시켜 detector temperature 260 $^{\circ}$ C에 도달하도록 하였다. Kovat's index library를 기반으로 전자코에 포함된 AroChemBase(Alpha MOS)를 통해 peak 성분을 확인하였다.

2.7 통계처리

본 연구에서 얻은 자료는 IBM SPSS 27 통계 프로그램을 이용하여 통계 분석을 실시하였다. 일원배치분산분석(One-way ANOVA)을 통한 실험군의 유의한 차이를 검증하였고, 유의한 차이를 보이는 실험군에 대해서는 Duncan의 사후분석(post-hoc analysis)을 실시하여 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 알코올, 당, pH, 총산도 함량

양조방법을 달리한 사과발효주의 알코올, 당, pH, 총산도는 Table 2.와 같다. 알코올, 당, 총산도는 시료간에 함량의 차이를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 보였다. 이양주 양조방법을 사용하여 담금2에서 고두밥을 추가한 쌀함량 100%의 HR_R2의 알코올 함량은 18.70, 당도16.17, 총산도는 1.10으로 가장 높게 나타났다. pH는 3.59~4.03으로 각 시료간의 차이가 거의 없었다.

Table 2. Alchoho, sugar, pH, total acid content of apple fermented liquor according to brewing method.

	HR_R0 ³⁾	HR_R1	HR_R2
Alcohol (%)	7.87 \pm 0.009 ^{a1)2)}	11.52 \pm 0.007 ^{b)}	18.70 \pm 0.006 ^{c)}
$^{\circ}$ Brix	5.33 \pm 0.006 ^{a)}	14.37 \pm 0.033 ^{b)}	16.17 \pm 0.033 ^{c)}
pH	3.88 \pm 0.006 ^{b)}	4.03 \pm 0.000 ^{c)}	3.59 \pm 0.000 ^{a)}
Acidity (%)	0.36 \pm 0.009 ^{a)}	0.42 \pm 0.000 ^{b)}	1.10 \pm 0.010 ^{c)}

¹⁾All values represent mean \pm S.D.

²⁾Means with the different letters in column are not significantly different by Duncan's multiple rate test(p<0.05)

³⁾HR_R0: Rice 0%, HR_R1: Rice 15%, HR_R2: Rice 100%

3.2 유리당

양조방법을 달리한 사과발효주의 유리당은 Table 3.과 같다. sucrose는 첨가된 것이든 자연적으로 존재하던 것이든 glucose와 fructose로 분해되어 발효 중에 사라진다[2]. 과실주 양조방법을 사용하여 담금2에서 설탕을 첨가한 HR_R0는 glucose와 fructose가 각각 0.62, 1.84 검출되었고, 이양주 양조방법을 사용하여 담금2에서 고두밥을 첨가한 HR_R2는 각각 73.32, 10.72 검출되었다. 이는 처리방법(양조방법)을 달리한 약주의 유리당 분석결과 유리당 조성이 glucose > maltose > fructose 순으로 나타났다는 연구결과와 유사하게 나타났다[21]. 그리고 단양주 양조방법을 사용하여 담금2에서 보당처리를 하지 않은 HR_R1은 유리당이 검출되지 않았다.

Table 3. Free sugar content of apple fermented liquor according to brewing method.

(mg/g)	HR_R0 ⁴⁾	HR_R1	HR_R2
Sucrose	ND ³⁾	ND	ND
Glucose	0.62 \pm 0.003 ^{a1)2)}	ND ^{a)}	73.32 \pm 0.580 ^{b)}
Fructose	1.84 \pm 0.006 ^{b)}	ND ^{a)}	10.72 \pm 0.231 ^{c)}

¹⁾All values represent mean \pm S.D.

²⁾Means with the different letters in column are not significantly different by Duncan's multiple rate test(p<0.05)

³⁾ND: not detected

⁴⁾HR_R0: Rice 0%, HR_R1: Rice 15%, HR_R2: Rice 100%

3.3 유기산

양조방법을 달리한 사과발효주의 유리산은 Table 4.와 같다. 이양주 양조방법으로 쌀함량이 100%인 HR_R2의

citric acid 2.27, lactic acid 18.13, acetic acid 3.70으로 가장 많이 검출되었다. Acetic acid는 술의 산미를 내는 중요한 성분[22]이지만 술의 산패 원인균인 초산균에 의해 생성되는 성분[23]이기도 하여 일정량 보다 높을 경우 술맛을 저해할 수 있다[20]. 전분질 함량이 가장 많은 HR_R2의 acetic acid 함량이 가장 높게 측정되었기 때문에 술맛에 부정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. Malic acid는 사과산이라고 하며 사과에 함유된 유기산으로 산미에 긍정적인 영향을 준다[24]. 모든 시료에 사과즙을 똑같이 사용하였으나 단양주 양조방법을 사용하여 담금1에서 쌀가루가 첨가된 쌀함량 15%의 HR_R1의 malic acid 0.78이 검출되었으며, 이양주 양조방법을 사용하여 담금1에서 쌀가루, 담금2에서 고두밥이 첨가된 쌀함량 100%의 HR_R2는 0.46이 검출되었다. 그리고 과실주 양조방법을 사용하여 쌀이 전혀 첨가되지 않은 쌀함량 0%의 HR_R0는 4.33으로 가장 많은 malic acid가 검출되었다. 이는 쌀의 함량에 따라 사과산에 영향을 미친 것을 확인하였다.

Table 4. Organic acid content of apple fermented liquor according to brewing method.

(mg/g)	HR_R0 ⁴⁾	HR_R1	HR_R2
Citric acid	0.53±0.003 ^{b1)2)}	ND ³⁾	2.27±0.009 ^c
Malic acid	4.33±0.003 ^c	0.78±0.003 ^b	0.46±0.006 ^a
Lactic acid	0.26±0.006 ^a	3.40±0.006 ^b	18.13±0.145 ^c
Acetic acid	0.23±0.006 ^a	0.61±0.006 ^b	3.70±0.104 ^c

¹⁾All values represent mean±S.D.

²⁾Means with the different letters in column are not significantly different by Duncan's multiple rate test(p<0.05)

³⁾ND: not detected

⁴⁾HR_R0: Rice 0%, HR_R1: Rice 15%, HR_R2: Rice 100%

3.4 전자혀

양조방법을 달리한 사과발효주를 전자혀로 분석한 맛 성분 결과 Table 5.와 같으며 이를 radar map으로 나타낸 결과는 Fig. 1과 같다. AHS(sourness)는 과실주 양조방법을 사용하여 쌀의 함량이 0%인 HR_R0가 가장 높게 측정되었고, HR_R1, HR_R2 순으로 쌀의 함량에 따라서 다르게 나타났다. CTS(saltiness)는 HR_R1, HR_R2, HR_R0 순으로 나타났다. PKS(sweetness), NMS(umami), CPS(standard), ANS(bitterness), SCS(standard)는 모두 이양주 양조방법을 사용하여 쌀

함량이 100%인 HR_R2가 가장 높게 측정되었다. Radar map Fig. 1.을 확인해 보면 양조방법에 따라 모두 다른 강도를 나타내고 있으나 단양주 양조방법을 사용한 HR_R1이 가장 안정적인 밸런스를 나타내고 있다. Choi 등[10] 연구에서 패널을 대상으로 한 관능평가 결과 신맛과 단맛의 차이를 구분할 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 전자혀를 통하여 더 다양한 맛의 표현과 강도의 구분이 가능하였다. 양조방법 즉, 밀술과 덧술에서 쌀의 함량에 따라 맛에 대한 차이를 확인하였으나 향후 원료 배합비율을 세분화하여 맛에 대한 풀림현상을 보완할 필요가 있다고 판단된다.

Table 5. Electronic tongue content of apple fermented liquor according to brewing method.

Sensors ¹⁾	HR_R0 ²⁾	HR_R1	HR_R2
AHS	8.0	6.6	3.4
PKS	3.9	5.6	8.5
CTS	5.0	7.0	6.0
NMS	5.3	5.3	7.5
CPS	5.6	5.2	7.2
ANS	4.1	5.3	8.6
SCS	5.8	5.8	6.4

¹⁾Values of samples by seven sensors of the electronic tongue. AHS, a sensor for sourness; PKS, a sensor for sweetness; CTS, a sensor for saltiness; NMS, a sensor for umami (deliciousness); CPS, a sensor for standard; ANS, a sensor for bitterness; SCS, a sensor for standard.

²⁾HR_R0: Rice 0%, HR_R1: Rice 15%, HR_R2: Rice 100%

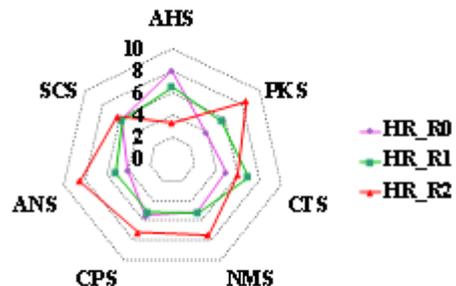


Fig. 1. Radar map of relative taste intensity of apple fermented liquor according to brewing method.

3.5 전자코

양조방법을 달리한 사과발효주를 전자코로 향기 성분

Table 6. Electronic nose content of apple fermented liquor according to brewing method.

Column	RT(s)	Peak area ¹⁾			Compound	Description	
		HR_R0 ²⁾	HR_R1	HR_R2			
MXT-5-FID1	18.63	81.51 ±5.88	70.29 ±13.967	69.72 ±7.527	R0	Trimethylamine	Sweaty
					R1	Trimethylamine	Sweaty
					R2	Acetaldehyde	Apple
	25.66	28,286.45 ±235.959	19,663.05 ±779.186	6,705.47 ±2,740.609	R0	Butanal	Chocolate
					R1	Butanal	Chocolate
					R2	Ethyl Acetate	Caramelized
	34.61	3,564.16 ±680.787	1,290.68 ±419.298	1,714.06 ±28.885	R0	Isopropyl acetate	Banana
					R1	Isopropyl acetate	Banana
					R2	Isopropyl acetate	Banana
	46.81	225.34 ±120.643	227.43 ±136.309	190.4 ±166.11	R0	2-Methyl-1-butanol	Balsamic
					R1	Methyl 2-methylbutanoate	Apple
					R2	cyclopentanone	Minty
	56.72	267.99 ±2.437	1592.27 ±24.511	2302.16 ±19.086	R0	(Z)-2-Hexen-1-ol	Caramelized
					R1	(Z)-2-Hexen-1-ol	Caramelized
					R2	ethyl 2-methylbutyrate	Blackberry
	65.69	96.64 ±6.43	58.43 ±1.726	60.63 ±3.827	R0	(+)-alpha-Phellandrene	Dill
					R1	psi-Cumene	Aromatic
					R2	psi-Cumene	Aromatic
	78.00	141.71 ±6.368	123.34 ±9.941	235.31 ±65.272	R0	3-nonenal	Cucumber
					R1	Butyl butanoate	Pineapple
					R2	3-nonenal	Cucumber
	96.87	103.37 ±9.328	102.56 ±3.595	113.54 ±3.436	R0	Methyl dodecanoate	Coconut
					R1	Methyl dodecanoate	Coconut
					R2	Methyl dodecanoate	Coconut

¹⁾Peak area values represent mean±S.D.

²⁾HR_R0: Rice 0%, HR_R1: Rice 15%, HR_R2: Rice 100%

을 분석한 결과 Table 6.과 같다. 발효주의 향기성분은 알코올성분이 주를 이루고 있다[15,25]. 본 연구에서는 알코올성분 이외의 다양한 향기 성분을 파악하기 위하여 알코올성분을 제외한 휘발성 성분을 8개의 retention time과 peak area로 구분하여 동정하였다. 각 시간대별 peak area값과 화학성분 그리고 발현하는 향기의 차이가 있었다. Peak area 값이 높은 20초대 HR_R0는 28,286.45, HR_R1은 19,663.05로 butannal 성분이 나타났고 이는 초콜렛향을 발현한다. HR_R2는 6,705.47로 ethyl acetate 성분이 나타났고 이는 카라멜향을 발현한다. 30초대 HR_R0는 3,564.16, HR_R1은 1,290.68, HR_R2는 6,705.47 peak area값으로 isopropyl acetate 성분이 나타났고 이는 바나나향을 발현한다. 50초대 HR_R0는 267.99, HR_R1은 1,592.27로 (z)-2-hexen-1-ol 성분이 나타났고 이는 카라멜향을 발현한다. HR_R2는 2,302.16으로 ethyl 2-methylbutyrate 성분이 나타났고 이는 블랙체리향을 발현한다. 양조방법에 따른 사과발효주의 향기 성분은 time 순으로 단향과 아로마향이 순차적으로 발현하는 것을 확인하였다. 향후

전문패널의 묘사분석을 통하여 사람이 직접적으로 느끼는 향기와의 차이 정도를 확인하는 보완 연구가 필요하다 사료된다.

4. 결론

사과발효주의 양조방법 즉, 담금 순서에 따른 전분질의 첨가로 전분질 함량을 달리한 사과발효주 품질특성과 전자혀, 전자코 분석을 통한 맛과 향의 다양성에 대한 검증은 위하여 전분질을 포함하지 않는 과실주 양조방법(쌀 0%), 담금1 밀술에 쌀가루를 첨가한 단양주 양조방법(쌀 15%), 담금1 밀술에 쌀가루와 담금2 밧술에 고두밥을 첨가한 이양주 양조방법(쌀 100%)을 통해 사과발효주를 제조하여 분석하였다. 양조방법에 따라 알코올, 당도, 총산도 모두 유의한 차이를 보였으며, 이양주 양조방법으로 제조한 사과발효주가 가장 높게 나타났고, 다음으로는 단양주 양조방법, 마지막으로 과실주 양조방법 순으로 나타났다. 이는 전분질 함량이 높을수록 알코올,

당도, 총산도가 높게 나타나 우리나라 전통 양조방식인 쌀을 이용하여 사과발효주 제조가 완만하게 이루어질 수 있는 것을 확인하였다. pH는 3.59 ~ 4.03 사이로 이는 발효가 끝난 사과발효주의 pH가 3~4로 나타난 연구와 유사하게 나타났다[12].

유리당은 담금2에 설탕을 첨가한 HR_R0와 고두발을 첨가한 HR_R2에서 glucose, fructose가 검출되었으며, 아무것도 첨가하지 않은 HR_R1은 검출되지 않았다. 이는 보당 여부에 따라 유리당 함량에 차이를 보였으며, 이양주 양조방법으로 쌀 100%를 첨가한 HR_R2의 glucose은 73.32, fructose은 10.72로 과실주 양조방법으로 설탕을 첨가한 HR_R0보다 높게 나타났다. 따라서 보당방법으로 인위적인 당류(설탕)가 아닌 쌀의 첨가로 최종 잔당 함량을 높일 수 있는 것을 확인하였다. 이는 쌀의 처리 방법에 따라 최종 잔당 함량에 차이를 확인한 연구와 유사한 결과를 나타냈다[25].

유기산은 과실주 양조방법으로 전분질을 포함하지 않는 쌀 0%의 HR_R0의 malic acid(사과산)이 4.33으로 가장 많이 검출되었으며 HR_R1, HR_R2 순으로 나타났다. 전분질이 많을수록 사과산이 적게 검출되었다. 그 외의 유기산은 이양주 양조방법으로 전분질 함량이 가장 많은 쌀 100%의 HR_R2의 citric acid는 2.27, lactic acid는 18.13, acetic acid는 3.70으로 가장 많이 검출되었다. 전분질을 포함하고 있는 HR_H1과 HR_R2의 lactic acid의 함량이 malic acid보다 높게 나타났는데, 이는 발효 중 malic acid를 분해해 lactic acid를 생성하는 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc* 등과 같은 특정 유산균에 의한 것으로 보인다는 연구와 유사하게 나타났다 [26]. 향후 연구에서 전분질 함량에 따른 유산균 함유 여부와 유기산과의 관계 규명이 필요할 것으로 사료된다.

전자혀는 과실주 양조방법으로 제조한 전분질이 없는 쌀 0%의 HR_R0의 sourness(AHS)가 가장 높게 나타났으며 HR_R1, HR_R2 순으로 나타나 전분질이 많을수록 산미는 낮게 나타났다. 그리고 sweetness(PKS), umami (NMS), bitterness(ANS), standard(ANS), standard(SCS)는 이양주 양조방법으로 제조한 전분질이 가장 많은 쌀 100%의 HR_R2가 가장 높게 나타났다. Radar map은 단양주 양조방법으로 제조한 쌀 15%의 HR_R1이 가장 안정적인 밸런스 강도를 보여 주었다. 전분질의 함량에 따라서 맛의 차이를 보였으며, 전분질 함량이 많을수록 맛의 강도가 크다는 것을 확인하였다. 전자코는 20초대, 30초대, 50초대에서 높은 peak area값이 나타났다. 20초대 HR_R0와 HR_R1은 chocoate향, HR_R2는

caramelized향이 나타났으며, 30초대는 모든 시료가 banana향이 나타났다. 50초대는 HR_R0와 HR_R1 caramelized향, HR_R2는 blackberry향이 나타났다. 이를 통해 전분질이 많이 함유된 쌀 100%의 HR_R2가 다른 시료에 비해 확실하게 다른 향을 나타내는 것을 확인하였다. 이외에도 apple, balsamic, minty, dill, cucumber, coconut향등을 발현하는 성분들이 나타났으며 이 결과를 통하여 전통주의 향기성분도 다양하게 표현될 수 있도록 소비자에게 기초 데이터를 제공할 수 있을 것이다. 본 연구결과를 통해 양조방법, 즉 전분질의 함량에 따라서 품질의 특성이 다르게 나타났으며 특히 전자코와 전자혀를 통해 맛과 향의 다양성을 확인하였다. 전분질은 누룩에 포함된 다양한 곰팡이, 효모, 젖산균과 같은 미생물들이 만들어내는 효소에 의해 아미노산, 유기산, 유리당, 비타민, 방향물질 등으로 분해된다 [26]. 전분질과 과실을 이용하여 양조하는 전통주 양조방법으로도 과실로만 양조하는 서양의 양조방법보다 품질적으로 우수하고 맛과 향도 풍부한 과실 발효주를 제조할 수 있다는 것을 확인하였다. 그리고 전분질의 함량이 높을수록 향미에 대한 강도가 뚜렷하게 나타나는 것을 확인하였다. 연구결과는 향후 양조방법에 따른 신제품 개발과 소비자에게 폭넓은 맛과 향에 대한 정보를 제공함으로써 전통주 발전에 기여할 것으로 판단된다.

References

- [1] M. S. Kim, Y. H. Lee, T. K. Eom, S. H. Kim, N. J. Jo, "Physicochemical Characteristics of Korean Traditional Spirits Brewed with Phellinus Iintus by Different Nuruks", *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol 42, No.12, pp2042-2048, Dec. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2013.42.12.2042>
- [2] Liquor Tax Law Article 5 Types of alcohol. Liquor Tax Law, [cited 2024 April 15] Available From: [https://www.law.go.kr/법령/주세법/\(19937.20231231\)](https://www.law.go.kr/법령/주세법/(19937.20231231))
- [3] Fruit processing Status 2022. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, [cited 2024. April 15]. Available From: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=114&tblId=DT_114_2012_S0077&conn_path=I2
- [4] H. S. Kwak, J. S. Seo, H. J. Bae, H. J. Lee, Y. S. Lee, "Effect of Fermentation Temperature on Quality Characteristics of Apple Wine", *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.45, No.1, pp155-159, Jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2016.45.1.155>

- [5] D. H. Kim, S. B. Lee, H. D. Park, "Fermentation Characteristics of cider from late harvest Fuji apples by a sugar tolerant yeast, *Saccharomyces cerevisiae* SS89", *The Korean society of Food Presevation*, Vol.21, No.6, pp917-924, Dec. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.6.917>
- [6] D. S. Ga, J. I. Jun, H. H. Oh, S. W. Jo, D. Y. Jeong, "Production of Apple Wine and Concentrated Apple Wine Using Apple Juice and Its Quality Characteristics", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.48, No.9, pp999-1006, Sep. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2019.48.9.999>
- [7] J. E. Kim, S. K. Lee, K. J. Lee, "Quality Characteristics of Apple Wine Using Vegatable Finings", *FoodService Industry Journal*, Vol.18, No.3, pp297-315, Sep. 2022.
DOI: <https://doi.org/10.22509/kfsa.2022.18.3.022>
- [8] Y. H. Kwon, S. J. Jo, J. H. Kim, B. H. Ahn, "Fermentation Characteristics and Volatile Compounds in Yakju Made with Various brewing Conditions Glutinous Rice and Pre-treatment", *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*, Vol.38, No.1, Jan. 2010.
- [9] J. O. An, C. H. Chung, S. J. Lee, "Effect of Rice Pre-treatment on Enzymatic Saccharification in the Brewing Process", *Microbiology and Biotechnology Letters*, Vol.45, No.4, pp277-283, Dec. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.4014/mbl.1709.09001>
- [10] J. H. Choi, J. A. Jeon, S. T. Jung, J. H. Park, S. Y. Park, "Quality Characteristics of Seoktanju Fermented by using Different Commercial Nuruks", *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*, Vol.39, No.1, pp56-62, Feb. 2011.
- [11] H. K. Chung, K. S. Yoon, M. H. Kim, "Comparative Study of Cooking Methods in 「Suwoonjabbang」 vs. 「Eumsikdimimbang」", *Journal of The Korean Society of Food Culture*, Vol.30, No.1, pp41-53, Feb. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.7318/KJFC/2015.30.1.041>
- [12] B. Y. Bang, E. J. Jeong, H. R. Kang, M. S Rhee, D. H. Yi, " Effects of Fining Treatments on Color and Clearness of Apple Wine", *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vlo.46, No.3, pp368-373, Mar. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2017.46.3.368>
- [13] E. Polychroniadou, M. Kanellaki, M. Iconomopoulou, A. A. Koutinas, R. Marchant, "Grape and apple wines volatile fermentation products and possible relation to spoilage", *Bioresource technology*, Vol.87, No.7, pp337-339, May. 2003.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00237-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00237-7)
- [14] S. M. Bae, U. H. Lee, M. K. Lee, S. A. Kang, C. Cheong, "Effects of Traditional Nuruk Ration and Yeast on th Fermentation and Quality of Yakju", *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, Vol.18. No.1, pp41-48, Fer. 2008.
- [15] J. H. Kim, J. Y. Kim, M. H. Kim, "A Study on Volatile Flavor Compounds of Seoktanju Made by Varying The Amount of Byeo-Nuruk", *Journal of the Korea Academia-Industrial*, Vol.322, No.11, pp412-417, Nov. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.11.412>
- [16] S. J. Lee, S. H. Kim, H. M. Gwon, S. Y. Kim, S. H. Yeo, "Comparison of flavors of farm-made Kujipping (Cudrania tricuspidata) fermented vinegar using electronic nose and electronic tongue", *Korean Journal of Food Preservatio*, Vol.28, No.6, pp820-827, Oct. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2021.28.6.820>
- [17] S. H. Kim, S. J. Park, J. W. Han, J. G. Cho, H. S. Choi, "Relative Contribution rate on Soil Physico-chemical Properties Related to Fruit Quality of 'Hongro' Apple", *Journal of Bio-Environment Control*, Vol.21, No.2, pp102-107, May. 2012.
- [18] N. Y. Park, J. W. Kim, S. C. Woo, Y. J. Jeong, "Quality Changes in Apple Juice Containing Pulp upon Sterilization by Hot Water", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.17, No.2, pp230-235, Apr. 2010.
- [19] E. J. Shin, B. H. Kang, S. H. Lee, D. S. Lee, S. S. Hur, "Monitoring on Alcohol Fermentation Properties of Apple Juice for Apple Vinegar", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.18, No.6, pp986-922, Dec. 2011.
DOI: <https://doi.org/10.11002/KJFP.2011.18.6.986>
- [20] S. T. Kim, S. M. Kim, J. H. Heong, Y. D. Kim, "Quality characteristics of Yakju at addition sprout and root of reed", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.22, No.4, pp490-497, Jun. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2015.22.4.490>
- [21] C. K. Huh, J. W. Lee, Y. D. Kim, "Comparison of the organic acids, fusel oil contents and antioxidant activities of Yakju with the additions of various rice cultivars", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.20, No.3, pp365-371, Jun. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2013.20.3.365>
- [22] H. Y. In, T. S. Lee, D. S. Lee, B. S. Noh, "Volatile Components and Fusel Oils of Sojues and Mashs Brewed by Korean Traditional Method", *Korean journal of food science and technology*, Vol.27. No.2. pp235-240. Apr. 1995.
- [23] M. K. Lee, S. W. Lee, "Quality assessment of Yakju brewed with conventional Nuruk", *Journal of The Korean Society of Food and Nutrition*, Vol.23. No.1, pp78-89, Fer. 1994.
- [24] S. J. Lee, H. L. Jang, S. R. Shin, K. Y. Yoon, "Quality Characteristics of Apple Juice according to the Sterilization Methods", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.19, No.2, Apr. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2012.19.2.178>
- [25] J. S. Choi, S. H. Yeo, S. T. Jeong, "Quality Characteristics of Yakju as Affected by Rice Nuruk with Different Degrees of Milling", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.46, No.7, pp848-856, Jun. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2017.46.7.848>

- [26] Y. J. Lee, H. C. Yi, K. T. Hwang, D. H. Kim, H. J. Kim, "The Qualities of Makgeolli(Korean Rice Wine) Made with Kifferent Rice Cultivars, Milling Degrees of Rice, and Nurnks", *The Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.41, No.12, pp1785-1791, Oct. 2012. DOI: <https://doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.12.1785>
-

이 수 경(Su-Kyoung Lee)

[정회원]



- 2015년 5월 Johnson & Wales University (MBA)
- 2022년 2월 : 전주대학교 외식조리경영학과 (경영학박사)
- 2022년 2월 ~ 2023년 10월 : 다른오름농업회사법인(주) 이사
- 2022년 8월 ~ 현재 : 전주대학교 농식품경영학과 겸임교수

<관심분야>

농식품가공학, 발효학, 농식품경영학