



Characteristics of *Yakju* fermented using different commercial yeasts

Jeong-Sil Choi, Yoo-Deok Park, Chan-Woo Kim, Seok-Tae Jeong*
 Fermented Food Science Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

시판 효모의 종류를 달리한 약주의 품질특성

최정실 · 박유덕 · 김찬우 · 정석태*
 국립농업과학원 발효가공식품과

Abstract

This study was conducted to investigate the characteristics of *Yakju* fermented using different 7 commercial yeasts; *La parisienne* (black), *La parisienne* (red), Fermivin, RC212, K1-V1116, D47, and EC1118. After completion of fermentation, the total acid content in *Yakju* ranged from 0.26 to 0.40%; the lowest and highest values corresponded to fermentation using *La parisienne* (red) and EC1118, respectively. The amino acidity of the different *Yakju* samples varied significantly in the range of 2.49 to 5.50. The *Yakju* fermented with K1-V1116, *La parisienne* (black), *La parisienne* (red) showed high amino acidity levels of 5.59, 5.55 and 5.34, respectively, but that fermented with Fermivin showed a low level of 2.49. EC1118 seemed to be most suitable for producing the dry type of alcoholic beverage because of the low reducing sugar content (0.19%) and soluble solid (7.2 °Brix). The main organic acids in *Yakju* were succinic acid, lactic acid, citric acid, malic acid and acetic acid. Further, the succinic acid content in *Yakju* fermented with *La parisienne* (black), *La parisienne* (red) was high (about 1,080 mg/L). The main volatile compounds were acetaldehyde, acetic acid and iso-amyl alcohol, and the acetaldehyde and acetic acid contents of the different *Yakju* samples varied substantially.

Key words : yeast, *Yakju*, quality, commercial, characteristics

서 론

전통주는 오랜 기간 전승되어 온 술로 우리 민족의 식생활 풍속이 담겨져 있으며 탁주, 약주, 소주 등을 들 수 있다(1). 특히 탁·약주는 전분질인 원료 성분이 누룩 중의 젖산균, 곰팡이 등의 미생물에 의한 효소작용으로 분해되어 생성되는 당, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 효모가 내는 알코올 및 휘발성 풍미성분이 색과 품질의 조화를 이루고 있다(2). 위와 같이 탁주의 품질을 좌우하는 요인 중에는 에탄올과 유기산 그리고 향미 성분이 중요하며, 이러한 탁주의 품질을 변화시키는 요인으로 크게 영향을 미치는 것

중의 하나가 발효에 이용되는 효모라고 볼 수 있다. 탁주의 에탄올 생성능은 각 효모마다 차이를 보이는데, 술 제조에 많이 이용되고 있는 *Saccharomyces cerevisiae*가 에탄올 생성능이 높고 생존력이 강하다고 하였다(3). 탁주의 품질을 좌우하는 여러 요인 중 효모의 영향을 살펴본 실험 결과에서도 탁주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 가장 중요한 성분인 에탄올 함량은 *S. cerevisiae* 처리구가 가장 높았고, 알코올 등과 결합하여 에스테르(ester)와 같은 향미 형성 등에 관련되는 성분인 유기산 함량에서는 *Saccharomyces rouxii* 처리구에서 높은 결과를 보였다(4). 또한, 약주의 맛에 크게 영향을 미치는 유기산에 있어서, 각각의 효모마다 생성하는 유기산 종류와 그 생성량이 다르다(5)는 것을 의미한다. 지금까지 효모에 대한 연구는 분리, 동정 및 발효 특성에 대하여 다양하게 진행되어 왔지만(2), 실생활에서 쉽게 분리하고 동정하여 사용하기는 어렵다. 또한, 과실주에서도 원료의 특성이 품질에 큰 영향을 미치는는 하지만

*Corresponding author. E-mail : jst@korea.kr
 Phone : 82-63-238-3615, Fax : 82-63-238-3843
 Received 16 August 2018; Revised 4 September 2018; Accepted 10 September 2018.
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

사용하는 효모의 종류에 따라서도 품질의 차이를 보일 것이라는 가정하에 시판 효모를 이용하여 과실주의 발효 및 품질 특성을 비교한 연구가 진행되어 왔다(6-9). 그렇지만 효모가 약주의 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 시중에서 판매되고 있는 다양한 건조효모를 이용하여 약주를 제조한 후 약주의 품질 특성에 미치는 영향을 규명함으로써, 효모에 따라 약주 발효에서 어떤 특성을 나타내는지 비교 분석하였는바, 그 결과를 보고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구는 시판 건조효모의 종류에 따른 약주의 품질특성을 규명하기 위한 연구로서 효모 이외의 다른 요소에 의해 술에 미치는 영향을 최소화하기 위하여, 약주 제조에 사용된 전분질 원료는 고두밥대신 증자건조미를 이용하였다. 원료를 당화시키기 위한 발효제는 일반 누룩대신에 당화효소제로 Eoenzyme(3600sp, Yuhan Eoenzyme, Seoul, Korea)을 사용하였다. 약주 발효에 사용된 건조효모로는 S. I. Lesaffre 사(Marcq-en-Baroeul cedex, France)에서 제조한 La parisienne(red), La parisienne(black) 2종의 *S. cerevisiae* 효모와 Fermivin(DSM Food Specialties, Delft, Netherlands), Lalvin사(Lallemand Inc., Montreal, Canada)의 RC212, K1-V1116, D47, 및 EC1118(*S. bayanus*) 4종으로 총 7종류의 효모를 이용하였으며 효모 종류별 제조회사와 특징은 Table 1에서 자세하게 설명하였다.

약주 담금

약주는 단담금으로 하였다. 증자건조미 1 kg, 당화효소제 10 g, 물 2 L을 가한 후 각각 효모를 3 g 접종하여 20°C에서

10일 동안 발효하였다. 발효가 끝나면 60 mesh 체로 조여과하고 4°C에서 7,000 rpm(9,280 ×g)으로 30분간 원심분리(Hitachi CR22G III, Hitachi Co., Ltd., Tokyo, Japan)하여 상등액을 약주로 사용하였다.

pH, 총산 및 아미노산도

약주의 pH, 총산 및 아미노산도는 국제청 주류분석 규정을 따랐다(10). pH는 pH meter(Orion 3 Star Benchtop pH meter, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)로 측정하였으며, 총산은 시료 10 mL를 취하여 100 mL용 삼각플라스크에 넣고 0.1 N 수산화나트륨(NaOH, Yakuri pure chemical Co., Ltd., Kyoto, Japan) 용액으로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 그 값을 초산(acetic acid)으로 환산하여 나타내었다. 국제청 주류분석 규정을 따라(10) 아미노산도는 시료 10 mL를 100 mL 삼각플라스크에 취한 다음, 페놀프탈레인 지시약 2-3방울을 가하여 0.1 N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하였다. 여기에 중성포르말린 용액(Yakuri pure chemical Co., Ltd.) 5 mL를 넣어 원래의 색이 나오게 한 후 다시 0.1 N NaOH 용액으로 엷은 분홍색이 나올 때까지 적정하여 소비된 용액의 양(mL)으로 표시하였다.

가용성 고형분(°Brix) 및 환원당 함량

가용성 고형분(°Brix) 함량은 디지털 굴절계(PR-201, Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 환원당은 Dinitrosalicylic acid법을 변형하여 분석하였다(11). 즉, 희석된 여과액을 1 mL에 DNS시약 3 mL을 가하여 water bath(B-490, BUCHI, Flawil, Switzerland)에서 5분간 가열시킨 후 급냉하고 여기에 증류수 5 mL를 첨가하여 UV-visible spectrophotometer(JP/U-2000 spectrophotometer, Hitachi Co., Ltd.)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

Table 1. Commercial yeasts used in this study

Brand name	Manufacturer	Species	Characteristics ⁴⁾	
			Optimum temp. range (°C)	Alcohol tolerance (%)
La parisienne (red)	S. I. Lesaffre ¹⁾	<i>S. cerevisiae</i>	15-35	-
La parisienne (black)	S. I. Lesaffre	<i>S. cerevisiae</i>	15-36	-
Fermivin	DSM ²⁾	<i>S. cerevisiae</i>	15-37	14
RC212	Lalvin ³⁾	<i>S. cerevisiae</i>	15-30	12-14
K1-V1116	Lalvin	<i>S. cerevisiae</i>	15-31	18
D47	Lalvin	<i>S. cerevisiae</i>	10-30	14
EC1118	Lalvin	<i>S. bayanus</i>	7-35	18

¹⁾S. I. Lesaffre, Marcq-en-Baroeul cedex, France.

²⁾DSM Food Specialties, Delft, The Netherlands.

³⁾Lallemand Inc., Montreal, Canada.

⁴⁾Information from commercial wine yeast maker.

알코올 함량 및 휘발산 함량 측정

알코올 함량은 시료 100 mL를 증류 및 냉각 장치에 연결하고 가열하여 증류액을 약 80 mL 이상 받고 100 mL까지 증류수로 정용하였다. 증류액을 잘 혼합한 다음 주정계(Dongmyeong, Seoul, Korea)를 사용하여 눈금을 읽고 주정분 온도 환산표로서 15°C로 보정하여 알코올 농도(% v/v)로 나타내었다. 또는 증류액을 15°C로 조정하여 알코올 분석기(AL-3, Riken Keiki, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 약주의 휘발산 함량은 알코올 분석용 증류액 30 mL를 취하여 삼각플라스크에 넣고 0.01 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하여 소비된 0.01 N NaOH를 초산(acetic acid)으로 환산하여 표시하였다.

유기산 함량 측정

유기산 분석에 사용한 모든 시료는 분석 전에 HLB-plus Sep-pak cartridge(Waters Corporation, Milford, MA, USA)를 통과시킨 후 0.45 µm membrane filter로 여과하였다. 각 시료의 유기산은 HPLC(LC-20series, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다. 분석용 column은 Aminex HPX-87H(300×7.8 mm, Bio-Rad Co., Hercules, CA, USA)을 사용하였으며, 4 mM sulfuric acid를 이동상으로 하여 35°C에서 0.6 mL/min의 유속으로 분리하였다. 시료 주입량은 20 µL 이었으며 UV 검출기를 이용하여 210 nm에서 검출하였다.

휘발성 향기성분

향기성분 분석에 사용한 기기는 GC2010(Shimadzu Co.)이었으며, column은 HP-INNOWAX(60 m×0.25 mm×0.25 µm, Agilent, CA, USA)을 사용하였다(12). 분석조건은 column 온도 45°C에서 5분간 머무름, 100°C까지 분당 5°C로 승온, 5분간 머무름, 분당 10°C로 승온, 200°C에서 5분간 머무름, 분당 5°C로 승온, 최종 250°C까지 승온한 후 10분간 머무름 시간을 주었다. Carrier gas는 nitrogen gas를 2 mL/min 속도로 흘려주었으며, 샘플은 injection 온도 250°C

에서 주입되도록 하였으며 split ratio 100:1, detector는 FID로 250°C에서 검출하였다.

통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, 평균±표준편차로 표시하였다. 통계분석은 SPSS 프로그램 12.0 버전을 이용하여 처리구간의 유의적인 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였다. 시료간 유의적인 차이가 있을 경우, α=0.05 수준에서 Duncan의 다중범위 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

pH 및 총산

발효 완료 후 각 효모별 pH 및 총산은 Table 2와 같다. 발효 완료 후 pH는 4.07-4.53 이었으며, 효모 *La parisienne* (red), *La parisienne*(black), K1-V1116은 높게 나타난 반면, EC1118, Fermivin, D47, RC 212는 비교적 낮은 pH를 보였다. 이러한 결과는 발효 중에 효모가 생산하는 유기산의 종류나 생성량에 있어서 서로 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다. Woo 등(13)에 따르면 약주나 탁주 제조에서 산 함량은 주로 사용하는 누룩과 발효온도에 영향을 받는다고 하였는데, 본 연구에서는 누룩의 미생물적인 요소를 배제시키기 위하여 당화효소제를 이용하였고 일정한 온도에서 발효시켰기 때문에 발효액의 총산 함량은 효모 유래의 차이라고 할 수 있다. 총산은 pH의 값이 낮을수록 높은 경향을 보였는데, *La parisienne*(red)와 *La parisienne*(black) 처리 약주는 적은 반면 EC1118 효모로 발효시킨 약주는 비교적 많은 총산을 보여, EC1118 효모가 막걸리 제조에 있어서 유기산 함량을 높여 상큼한 맛을 높이는 데 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3의 유기산 분석 결과와 비교해볼 때, 총산함량이 높은 EC1118은 젖산(lactic acid)을 많이 생성하였으며, 상

Table 2. Qualities of *Yakju* fermented with different commercial yeasts

	pH	Total acid (% w/v)	Amino acidity	Soluble solid (°Brix)	Reducing sugar (% w/v)	Alcohol (% v/v)	Volatile acid (ppm)
<i>La parisienne</i> (red)	4.53±0.07 ^{1a2)}	0.26±0.02 ^c	5.34±0.34 ^a	7.30±0.25 ^{ab}	0.23±0.04	12.03±0.29 ^{ab}	60.27±15.70 ^c
<i>La parisienne</i> (black)	4.49±0.06 ^a	0.32±0.04 ^b	5.55±0.22 ^a	7.53±0.21 ^a	0.21±0.03	11.83±0.6 ^{ab}	80.20±31.99 ^{bc}
Fermivin	4.11±0.02 ^c	0.35±0.02 ^{ab}	2.49±0.28 ^c	6.87±0.21 ^c	0.20±0.01	10.13±0.42 ^c	101.60±18.11 ^{abc}
RC212	4.16±0.02 ^{bc}	0.35±0.00 ^{ab}	3.91±0.13 ^b	7.33±0.10 ^{ab}	0.23±0.01	12.37±0.31 ^a	82.93±25.36 ^{bc}
K1-V1116	4.36±0.02 ^{ab}	0.32±0.01 ^b	5.59±0.42 ^a	7.07±0.06 ^{bc}	0.21±0.01	10.67±0.95 ^{bc}	73.93±19.21 ^{bc}
D47	4.14±0.11 ^{bc}	0.33±0.02 ^b	4.24±0.29 ^b	7.40±0.10 ^{ab}	0.22±0.04	11.20±1.40 ^{abc}	107.60±9.40 ^{ab}
EC1118	4.07±0.08 ^c	0.40±0.04 ^a	4.11±0.20 ^b	7.17±0.21 ^{bc}	0.19±0.02	12.13±0.35 ^a	130.47±35.28 ^a

¹⁾The values are expressed as mean±SD (n=3).

^{2)a-c}Means with a different superscript within a column is significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Organic acid content of *Yakju* fermented with different commercial yeasts

	Organic acids (mg/L)				
	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid
La parisienne (red)	223.70±54.41 ^{1)bc2)}	585.29±62.96 ^a	1,083.81±97.40 ^b	178.46±309.11 ^c	252.69±39.03
La parisienne (black)	217.91±105.03 ^b	116.50±19.72 ^c	1,079.47±116.67 ^b	0.00±0.00 ^c	256.16±56.99
Fermivin	364.23±14.02 ^a	509.99±53.99 ^a	1,331.73±105.87 ^a	7,928.55±1290.39 ^a	327.97±31.31
RC212	404.31±31.41 ^a	339.94±92.99 ^b	1,080.19±115.51 ^b	4,438.59±1973.41 ^{ab}	298.00±33.13
K1-V1116	380.32±20.99 ^a	168.70±33.43 ^c	1,208.20±18.51 ^{ab}	1,463.47±833.15 ^{bc}	347.33±29.99
D47	369.25±73.56 ^a	333.50±126.87 ^b	1,158.03±72.24 ^b	3,904.05±4416.02 ^{bc}	388.26±63.33
EC1118	349.38±60.14 ^a	247.56±75.36 ^{bc}	1,125.96±65.21 ^b	1,489.46±1956.49 ^{bc}	339.10±86.40

¹⁾The values are expressed as mean±SD (n=3).

^{2)bc}Means with a different superscript within a column is significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

대적으로 총산 함량이 적은 *La parisienne*(red)는 젖산 함량이 적었다. 즉 발효 중 생성되는 젖산의 함량이 발효액의 총산에 큰 영향을 미치며 또한 pH에도 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

가용성 고형분(°Brix) 및 환원당 함량

가용성 고형분과 환원당 함량은 Table 2와 같다. 가용성 고형분 함량은 발효완료 후 6.8-7.5 °Brix로 *La parisienne* (black)이 가장 높았고 *Fermivin* 처리구에서 가장 낮았다. 환원당의 함량은 발효 완료 후 0.19-0.22%로 효모의 종류에 따라 큰 차이가 없었으며 본 실험에 사용한 효모는 당을 약 0.2% 까지 분해하는 것으로 나타났다. 알코올 농도나 환원당 함량에는 큰 차이가 없는데도 불구하고 가용성 고형분에 차이가 있다는 것은 알코올이나 환원당 이외 가용성 고형분 함량에 차이가 있다는 것을 의미한다. Seo 등(14)의 연구에 의하면 가용성고형분 함량이 높을수록 강한 단맛을 느낀다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 단맛에 대한 관능적 특성결과 *La parisienne*(black)과 *Fermivin*의 가용성고형물 함량이 0.7 °Brix 차이가 있음에도 불구하고 단맛에 대한 기호성 평가에서는 유의적인 차이는 없었다(data not shown).

알코올 함량

효모 종류를 달리한 약주 발효 완료 후 알코올 함량은 Table 2와 같이 10.1-12.1% 정도로 처리 간에 차이가 있는 것을 확인하였다. *Fermivin*, K1-V1116, D47은 10.1-11.2%로 다른 효모에 비해 비교적 낮은 알코올 함량을 보인 반면 RC212과 EC1118 효모 처리는 높은 특징을 보였다. Shin 등(5)의 실험 결과에서도 효모마다 알코올 생성능이 다를 수 있었고, 본 실험에서도 효모 종류에 따라 약주의 알코올 농도에 차이가 있다는 결과를 볼 수 있었다. 발효 완료 후 총당과 환원당 함량 대비 알코올 함량을 비교해 보았을 때, EC1118이 환원당과 총당이 각각 0.19%, 7.2 °Brix로 평균적으로 적은 함유량을 보인 데 반해 알코올 함량은

12.1%로 다른 효모보다 비교적 높은 것으로 보아 알코올 발효효율이 좋은 것으로 판단된다. 반대로 D47은 발효완료 후 환원당 0.22%, 총당 7.4 °Brix 대비 알코올 함량 11.2%를 보여 다른 효모들에 비해 알코올 발효효율이 떨어지는 것으로 보인다. Lee 등(4)의 실험 결과에서도 주모 제조용 효모 종류를 달리하여 담금 한 탁주 술덧의 발효과정 중 알코올 함량과 성분에 차이를 나타냈고, Jeong 등(15)의 결과를 본 실험 결과와 비교해 볼 때도, EC1118이 다른 효모에 비해 알코올 발효능력이 높다는 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 따라서 본 실험에서 알코올 발효능력이 우수했던 EC1118 효모는 주류 판매에 있어 발효 완료 후 규정된 알코올 농도로 맞추어 출시하는 경우, 발효 효율이 좋기 때문에 원료대비 발효주의 수율이 높을 것으로 예상된다.

아미노산도 및 휘발산 함량

발효 완료 후 아미노산도는 Table 2에서 보여주는 바와 같다. 아미노산도는 2.49-5.59로 큰 차이를 보였다. K1-V1116, *La parisienne*(black), *La parisienne*(red)는 아미노산도가 5.59-5.34로 비교적 높았으며, *Fermivin*은 2.49로 낮은 수치를 보였다. 단백질 그 자체는 맛이 없으나 그 분해 생성물인 아미노산은 각각 특유한 맛을 나타낸다. L-leucine, L-isoleucine, L-phenylalanine, L-tryptophan 등 소수성 아미노산은 쓴맛을 갖고, glycine, L-alanine, D,L-serine, L-hydroxyproline, L-lysine 등은 단맛을 가진다고 알려져 있다(16). Kim 등(17)은 아미노산도가 1.5정도일 때 적당한 맛을 내어 술맛을 상승시키는 효과가 있다고 하였다. 본 연구에서는 아미노산도가 효모의 종류에 따라 2.49-5.59로 비교적 넓은 범위를 보임을 알 수 있었다. 이러한 정보는 막걸리나 약주 제조에 있어서 유용한 자료로 활용할 수 있는데, 발효완료 후 일반적으로 일정비율 물로 희석하는 막걸리는 *La parisienne*(red), *La parisienne*(black), K1-V1116과 같이 아미노산도가 높은 효모가 적합할 것으로 생각되며, 약주에서는 깔끔한 맛을 주기 위해서는 *Fermivin*과 같이 아미노산도가 낮은 효모가 유용하게 사용

될 수 있을 것으로 생각된다.

발효 완료 후 휘발산 함량을 측정해본 결과, 60.3-130.5 ppm 정도의 함량을 보였는데, EC1118은 130.5 ppm으로 비교적 높은 수치를 보였고, *La parisienne*(red)와 K1-V1116은 60.3 ppm과 73.9 ppm으로 비교적 낮게 나왔다. 약주에 있어서 휘발산은 주로 초산(acetic acid) 등으로 휘발산이 높다는 것은 그 만큼 발효 중에 이들 휘발산을 생성하는 미생물에 오염이 되었다는 것을 의미하며(18), 발효주에는 *Acetobacter acetii*나 *Gluconobacter oxydans* 등의 초산 생성균이 발견되며, 이들 세균이 발효주 표면에 생기면 반투명의 점착성이 있는 막을 형성하여 발효주가 혼탁해진다(19). 따라서 휘발산이 많은 약주는 기호성에 있어서도 바람직하지 않다. 본 연구에서는 약 60-130 ppm 정도의 휘발산이 검출되어 일반적으로 약주에 함유되어 있는 50-100 ppm과 큰 차이를 나타내지 않아 제품의 품질에 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다(20).

유기산 함량

약주 발효 완료 후 유기산의 종류를 HPLC를 이용해 분석한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 유기산 종류별 함량은 각 효모마다 다르게 나타났고, 공통적으로 비교적 많은 양을 함유한 유기산으로는 호박산(succinic acid)이었으며, 1,331.73 mg/L로 Fermivin이 가장 많았고 1,079.47-1,331.73 mg/L로 함유량 차이를 나타냈다. 구연산(citric acid)은 RC212 효모가 404.31 mg/L로 가장 많았고, 사과산(malic acid)은 *La parisienne*(red)가 585.29 mg/L로 가장 많이 함유한 것으로 나타났다. 다음으로 Fermivin 효모는 젖산(lactic acid)과 호박산을 많이 함유한 것으로 나타났는데, 특히 젖산이 다른 효모에 비해 월등히 높게 나왔다. 주로 약주에서의 젖산은 발효제로 누룩을 사용 시 초기에 생성되는 lactic acid bacteria에 의하여 생성되지만, 본 실험에서는 누룩을 사용하지 않았기 때문에 Fermivin은 본 실험에 사용된 다른

효모들에 비해 젖산을 비교적 많이 생성하는 것으로 판단된다. Hwang 등(21)의 결과에서도 원료는 다르지만 Fermivin의 유기산 분석 결과 젖산의 함량이 여러 효모군 중에 비교적 높은 수치를 나타내었고 Fermivin에서 검출된 유기산 종류 중에 젖산의 함량이 가장 높아, 본 실험 결과와 어느 정도 부합하는 면이 있어 이 효모가 생성하는 유기산 중 주요 유기산은 젖산인 것으로 보인다.

반대로 *La parisienne*(red)와 *La parisienne*(black) 효모는 젖산이 비교적 적은 양이 함유되어 있거나, 전혀 함유되지 않고 호박산이 다른 유기산에 비해 비교적 많은 양이 함유된 것으로 보았을 때 *La parisienne*(red), *La parisienne*(black) 효모로 제조한 약주에서 측정되는 산도는 주로 호박산에 의한 것으로 보인다. 특히, 호박산은 신맛뿐만 아니라 감칠맛이 높기 때문에(22) 호박산이 많이 함유된 *La parisienne*(red), *La parisienne*(black) 효모로 발효하여 희석 비율이 높은 막걸리 제조에 적합할 것으로 사료된다. 마지막으로 막걸리 풍미에 좋지 않은 영향을 미치는 acetic acid는 다른 유기산에 비해 많은 양을 보이지만 비교적 D47 효모에서 388.26 mg/L로 높은 함량을 나타냈다.

약-탁주의 주요 유기산으로 젖산, 호박산, 초산으로 보고되어 있으며(23), 약주나 막걸리의 유기산 함량은 사용하는 발효제의 종류에 따라 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(4). 본 실험은 막걸리용 입국을 사용하지 않았는데도 전 실험들과 같이 주된 유기산의 종류가 비슷한 것으로 보아, 효모에 의해서도 다양한 유기산이 생성됨을 알 수 있었으며, 효모의 종류에 따라 생성되는 주된 유기산 종류가 다르다는 것을 확인하였다. 이러한 정보들은 약주나 막걸리 양조에 있어서 효모의 선택이 맛에 크게 영향을 미칠 수 있다는 것을 나타낸다.

휘발성 향기성분 함량

발효 완료 후 효모별 향기 성분 분석 결과는 Table 4

Table 4. Volatile compounds of *Yakju* fermented with different commercial yeasts

Volatile compounds (ppm)	<i>La parisienne</i> (red)	<i>La parisienne</i> (black)	Fermivin	RC212	K1-V1116	D47	EC1118	p
Acetaldehyde	313.18±20.60 ^{1)(cd)}	481.16±240.65 ^{bc}	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	971.43±0.00 ^a	720.46±457.77 ^{ab}	599.03±154.27 ^{abc}	0.000
EtOH (%)	11.79±0.30	11.69±0.60	11.72±0.14	11.40±0.07	11.20±0.43	11.17±0.62	11.61±0.83	0.599
Iso-butanol	86.50±11.27	88.6±10.33	83.10±3.97	90.61±28.88	103.00±8.78	117.37±56.70	95.25±33.09	0.772
Iso-amylalcohol	294.63±18.96 ^a	298.02±17.55 ^a	335.18±3.25 ^a	329.12±36.22 ^a	320.29±14.38 ^a	234.43±74.80 ^b	305.45±11.36 ^a	0.042
n-Hexanol	12.24±0.00 ^{abc}	9.10±0.00 ^{bc}	0.00±0.00 ^c	9.25±0.00 ^{bc}	12.84±0.00 ^{abc}	37.75±35.69 ^a	34.31±7.31 ^{ab}	0.038
Acetic acid	239.75±116.85	429.61±71.05	592.05±7.95	547.06±14.10	592.88±48.71	1,087.01±859.46	610.04±96.97	0.169
Linalool	96.35±29.29 ^b	165.80±25.15 ^a	143.81±23.45 ^a	144.27±2.65 ^a	157.15±7.63 ^a	158.95±23.39 ^a	142.22±27.31 ^a	0.033
Ethyl caprate	19.18±5.75 ^c	26.33±1.71 ^b	33.52±1.50 ^a	19.68±1.68 ^c	25.80±1.39 ^b	21.65±2.08 ^c	30.40±1.16 ^d	0.000
2-Phenylethanol	34.07±9.22 ^c	52.87±3.89 ^b	67.20±3.14 ^a	67.15±2.81 ^a	62.38±1.88 ^{ab}	58.46±8.66 ^{ab}	56.79±2.68 ^b	0.000

¹⁾The values are expressed as mean±SD (n=3).

^{2a-d)}Means with a different superscript within a row is significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

와 같다. 효모의 종류를 달리하여 제조한 약주의 향기성분은 약주마다 서로 다르게 향기성분이 검출되었다. Kim(24)의 보고에 의하면, 일반적으로 약주에 들어 있는 주요 향미 성분들은 아세트알데히드, 에틸아세테이트, 에탄올, 프로필알코올, 이소부틸알코올, 이소아밀알코올, 초산이라 하였고, 본 실험 결과에서도 위와 같이 동일하게 성분들이 검출되었다. 효모의 종류를 달리하여 제조한 약주의 에탄올 함량이 대부분을 차지했으며, 에탄올 함량을 제외하고, 다음으로 많은 함량을 차지하는 약주의 향기성분으로는 아세트알데히드, 초산, 이소아밀알코올 등으로 이루어졌다. 아세트알데히드는 *Fermivin*과 *RC212*를 제외한 나머지 약주에서의 함유량은 313.2-971.4 ppm으로 비교적 큰 차이를 나타냈고, 아세트산은 모든 효모에서 나타내고 함유량은 239.8-1,087.0 ppm으로 큰 차이를 나타냈다. 이소부탄올은 83.1-117.4 ppm의 양이 검출되었고 *Fermivin*이 83.1 ppm, *D47*이 117.4 ppm로 최저와 최고 함량의 차이가 비교적 큰 차이를 보이지 않았다. 이소아밀알코올은 234.4-335.2 ppm이 검출되었다. 이소아밀알코올은 80-350 ppm 사이에서 쾌감을 주는 범위이고, 이소부탄올은 220 ppm이 초과하면 불쾌감을 준다는 보고(25)를 비취볼 때 각각의 효모로 제조된 약주가 불쾌감을 주는 범위에 속하지 않는다는 것을 알 수 있었다.

요 약

본 연구는 시판되고 있는 효모의 종류에 따라 약주의 품질 특성에 미치는 영향을 보고자 하였다. 발효 완료 후 총산은 0.26%에서 0.40% 범위였으며, 가장 낮은 것은 *La parisienne*(red)로 발효시킨 약주였고 가장 높은 것은 *EC1118* 효모로 발효시킨 약주였다. 발효에 사용한 효모의 종류에 따라 약주의 아미노산도는 2.49-5.59 범위로 큰 차이를 나타냈는데, *K1-V1116*, *La parisienne*(black), *La parisienne*(red)로 발효시킨 약주는 아미노산도가 각각 5.59, 5.55, 5.34로 비교적 높았다. 반면에 *Fermivin*으로 발효시킨 약주는 2.49로 다른 효모로 빚은 약주에 비해 낮은 수치를 보였다. *EC1118* 효모로 양조한 약주의 경우, 발효 완료 후 환원당과 가용성고형물이 0.19% 및 7.17 °Brix로 낮아, 잔당이 적은 드라이타입의 약주제조에 적합할 것으로 판단된다. 본 연구에서 제조한 약주의 주요 유기산은 호박산과 젓산이었으며, 특히 *La parisienne*(black), *La parisienne*(red)로 발효시킨 약주에서 신맛보다는 감칠맛을 내는 호박산이 많이 함유되었다. 이것으로 아미노산도가 높고 감칠맛을 내는 호박산을 많이 생성하며 고온에서도 발효가 가능한 *La parisienne*이 탁·약주 발효에 사용하여도 무방할 것으로 사료된다. 또한, 주요 휘발성 성분은 아세트알데히드와 초산 그리고 이소아밀알코올이었으며, 그중에 아세트알데히드와 초산

함량은 본 연구에 사용한 효모의 종류에 따라 크게 차이가 있었다.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ012594)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

References

1. Kim JY, Park GS (2014) Analysis of consumers' present use and future demand of traditional Korean liquors. *Korean J Food Cookery Sci*, 30, 41-50
2. Kim HR, Kwon YH, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH (2009) Characterization and volatile flavor components in glutinous prepared with different yeasts of *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 296-301
3. Kang TY, Oh GH, Kim K (2000) Isolation and identification of yeast strains producing high concentration of ethanol with high viability. *Korean J Appl Microbiol biotechnol*, 28, 309-315
4. Lee HS, Park CS, Choi JY (2010) Quality characteristics of the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol*, 42, 56-62
5. Shin KR, Kim BC, Yang JY, Kim YD (1999) Characterization of *Yakju* prepared with yeasts from fruits: 2. Quality characteristics of *Yakju* during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 28, 801-804
6. Lee HY, Lee HY, Kwon HJ, Park JS, Ahn MS, Jeong ST, Yi JH (2016) Comparison of quality characteristics of 'cheonghyang' wine fermented with different commercial yeasts. *J East Asian Soc Diet Life*, 26, 543-549
7. Park HS (2010) Characteristics of peach wine with different commercial yeast strains. *J East Asian Soc Diet Life*, 20, 531-535
8. Lee YJ, Kim JC, Hwang KT, Kim DH, Jung CM (2013) Quality characteristics of black raspberry wine fermented with different yeasts. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 784-791
9. Lee SH, Park HK, Kim MH (2010) Physicochemical characteristics and sensory properties of *Omiija* wines fermented by active dry yeast strains. *Korean J Food Sci Technol*, 42, 739-742

10. National Tax Service Liquors License Aid. Analysis provisions of alcoholic beverages. <http://www.i.nts.go.kr> (accessed May 2018)
11. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS (2004) Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. Korean J Food Sci Technol, 36, 609-615
12. Choi HS, Kim EG, Kang JE, Yeo SH, Jeong ST, Kim CW (2015) Effect of organic acids addition to fermentation on the brewing characteristics of *Soju* distilled from rice. Korean J Food Sci Technol, 47, 579-585
13. Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 301-307
14. Seo JS, Lee JS, Byun GI, Kwak EJ (2008) Quality characteristics of *Yakju* fermented with wild grape and 4 kinds of cereals. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1472-1478
15. Jeong ST, Nami GY (2001) Species identification and fermentation characteristics of commercial wine yeasts. J ASEV Jpn, 12, 10-20
16. Chae SG, Kim SH, Sin DH, Oh HG, Lee SG, Jang MH, Choi W (2000) Food Chemistry. Hyoil books, Seoul, Korea, p 50
17. Kim TY, Kim SB, Yoo SM, Kim HR, Lee SH (2004) Study on applications of over-produced rice to manufacture traditional rice wine. RDA, ISSN 1225-6218, p 215-226
18. Graham HF (1993) Wine microbiology and biotechnology. Harwood Academic Publishers, Langhorne, PA, USA, p 400-401
19. Joyeux A, Lafon-Lafourcade S, Ribereau-Gayon P (1984) Evolution of acetic acid bacteria during fermentation and storage of wine. Appl Environ Microbiol, 48, 153-156
20. Kong MH, Jeong ST, Yeo SH, Choi JH, Choi HS, Han GJ, Jang MS, Chung IM (2011) Determination of ginseng *Yakju* quality using different percentages and application dates of ginseng. J East Asian Soc Diet Life, 21, 207-214
21. Hwang SW, Park HD (2010) Properties of red wine fermented using freeze-concentrated muscat bailey a grape juice. Korean J Food Preserv, 17, 807-813
22. Jeon JA, Kim MS, Ko JY, Jeong ST (2017) Quality characteristics of *Yakju* fermented with paddy rice (*Byeo*) *Nuruk Yakju*. J East Asian Soc Diet Life, 27, 159-167
23. Kim CJ (1963) Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *Takju*. Korean J Appl Biol Chem, 4, 33-42
24. Kim TY (1998) Industrialization and quality improvement of traditional alcoholic beverages and *Nuruk* brewed. Ministry of Science and Technology, Seoul, Korea, p 445
25. Jung JH, Jung ST (1987) Odor threshold and agreeability of aroma components of *Yakju*. Korean J Agric Chem, 30, 272-277