

한국산 고구마 품종인 연미, 증미, 신천미, 신율미를 이용하여 제조한 고구마 소주의 향기성분의 특성

김명희 · Yoshitake Kazuya¹ · Takamine Kazunori¹ · 이형운² · 김원신^{3*}

원광대학교 교육대학원, ¹일본 가고시마대학 농학부 소주 · 발효학 교육연구센터,
²국립식량과학원 바이오에너지작물센터, ³원광식품산업연구원 · 원광대학교 자연과학대학 생명과학부

Aromatic Ingredients and Distinct Flavors of the *Koguma-Soju* Produced from Korean Sweet Potato Varieties Yeonmi, Jeungmi, Shincheonmi, and Shinyeulmi

Myoung Hui Kim, Kazuya Yoshitake¹, Kazunori Takamine¹, Hyeong-un Lee², and Won Sin Kim^{3*}

Graduate School of Education, Wonkwang University

¹Education and Research Center for Fermentation Studies, Faculty of Agriculture, Kagoshima University

²Bioenergy Corp Research center, National Institute of Corp science, RDA

³Wonkwang Research Institute for Food Industry · Division of Life Science,
College of Natural Sciences, Institute of Biotechnology, Wonkwang University

Abstract Four varieties of the Korean sweet potato, Yeonmi, Jeungmi, Shincheonmi, and Shinyeulmi, were chosen to prepare the distilled *koguma-soju* (sweet potato-*soju*). The relationship between the flavor of the *koguma-soju* and the content of monoterpene alcohols (MTAs) was studied. The MTAs investigated here were linalool, nerol, geraniol, citronellol, and α -terpineol. The ranges of MTA concentrations in the *koguma-soju* made from the four sweet potato varieties were 14.0-16.6 $\mu\text{g/L}$ for nerol, 24.8-34.7 $\mu\text{g/L}$ for linalool, 32.8-38.5 $\mu\text{g/L}$ for geraniol, 37.8-54.2 $\mu\text{g/L}$ for citronellol, and 76.6-94.7 $\mu\text{g/L}$ for α -terpineol. Geraniol, nerol, and linalool were found in lower concentrations, while α -terpineol was present in a higher concentration compared to their average content in the *imo-shochu*, a distilled Japanese sweet potato-*soju*. The concentrations of citronellol in the *koguma-soju* and *imo-shochu* were similar. The flavor evaluation tests revealed that the *koguma-soju* produced from the Yeonmi variety had a leafy vegetable or a grass-like, sharp flavor, whereas the Jeungmi-*soju* was characterized by a fruity or a sulfur-like sharp taste. Floral, vanilla-like, and mild flavors were predominant in the *Shincheonmi-soju*, while the *Shinyeulmi-soju* had either a fruity, citrus-like flavor or a rubber-like, rough taste. This study demonstrates that *koguma-soju* made from different sweet potato varieties have unique characteristic flavors.

Keywords: *koguma-soju*, *imo-shochu*, mono-terpene alcohol (MTA), fermentation, sweet potato-*soju*

서 론

증류식 소주는 부드러운 맛에서 깊은 맛까지 다채로운 풍미를 나타내는 것이 특징이다. 고구마 소주는 약 40년 전에는 일본의 큐슈남부 지역의 술로 알려져 있었지만, 일본의 대표적인 술인 청주의 판매를 위협할 정도로 2,000년대에 들어서 본격 증류식 소주의 선풍적인 붐을 일으킨 주역의 술이다. 고구마 소주는 원료가 갖는 특성, 발효와 숙성방법에 따라서 제품의 품질이 달라지기 때문에 다양한 품질의 고구마 소주가 개발되었고, 현재에도 일본의 가고시마지역을 중심으로 많은 업체에서 새로운 제품개발이

활발하게 이루어지고 있어서 일본의 독특한 증류주로 자리를 잡았다고 볼 수 있다. 우리나라의 고구마 소주에 대한 기록은 조선 후기에 서유거가 쓴 임원십육지의 감저주방, 감저소주방의 제조방법의 기록이 남아있지만, 일제강점기를 거치면서 주정을 이용한 희석식 소주가 크게 인기를 끌면서 자취를 감추게 되었고, 해방 후 1965년에 제정된 양곡관리법에 의하여 쌀을 이용한 술의 제조가 전면적으로 금지되면서, 밀이나 고구마를 이용한 소주가 흑곡을 이용하여 제조되었으나, 주정을 이용한 희석식 소주가 주류를 형성하면서 1973년에 들어서 고구마 소주의 제조도 중단되었다. 현재는 한 양조회사에서 고구마 소주가 생산되고 있지만, 극히 일부 소비자에게만 알려져 있고 아직은 대중적 인지도가 낮은 상태이다. 우리나라에서 고구마는 웰빙식품으로 알려지면서 20여종의 새로운 품종이 육성되어 재배되고 있기 때문에 향미가 뛰어난 증류식 고구마 소주를 제조하기 위한 좋은 품종이 있을 것으로 추정된다. 그러나 고구마 소주에 대한 연구는 1996년의 Jung 등(1)에 의해 목포16호를 이용한 고구마 소주의 제조공정에 관한 연구와 2010년에 Park 등(2)에 의해 진흥미와 호박고구마를 원료로 제조하여 증류한 고구마 소주의 특성과 휘발성 향기성분에 관

*Corresponding author: Won Sin Kim, Division of Life Science, College of Natural Sciences, Institute of Biotechnology, Wonkwang University, Iksan, Jeonbuk 570-749, Korea
Tel: 82-63-850-6578
Fax: 82-63-857-8837
E-mail: wsnkim@wku.ac.kr
Received September 17, 2014; revised December 17, 2014;
accepted January 9, 2015

한 연구는 이루어져 있지만, 우리나라에서 육종된 고구마 원료 유래의 향기성분에 관한 연구는 아직 이루어지지 않았다.

와인은 그 원료인 포도품종에 따라서 향이 크게 달라지기 때문에 각기 다른 와인의 품질특성이 달라지는 것이 알려져 있다. 특히 Muscat계 품종으로 제조한 와인의 향기성분의 주체는 monoterpene alcohol (MTA)류이고, 그 주성분은 linalool, citronellol, α -terpineol, geraniol 그리고 nerol의 5가지 종류인 것으로 알려져 있다(3,4). 홍미롭게도 이 5가지의 MTA 성분은 일본에서 인기가 높은 고구마 증류소주에서도 주요한 향기성분인 것으로 밝혀졌다. 이들 MTA 성분의 대부분은 생고구마에는 냄새가 없는 배당체로 존재하지만, 고구마 소주의 제조과정에서 백국(*Aspergillus kawachi*)의 β -galactosidase에 의해서 술덧 속으로 유리되어 나와 citronellol과 nerol은 증류과정의 열과 국균이 생성한 구연산에 의한 산성 조건하에서 linalool과 α -terpineol로 전환되고, geraniol과 nerol은 발효과정에서 효모에 의하여 2중 결합의 환원이 일어나 citronellol로 전되어 고구마 소주의 특징적인 향에 관여한다는 것이 알려졌다(3,4,5). Kamiwatari 등(6)은 이들 5종류의 MTA의 역치 값을 측정하고, 이들 MTA 성분에 대한 각각의 향기에 특성을 동정하였다. 또한 그들은 육질의 색이 백색인 β -amylase 결손주인 *Joy-white* 품종으로 제조한 제품에서 상쾌한 감귤향을 나타내는 것이 linalool에서 유래한다는 것도 밝혔다(7). 이와 같이 고구마 소주의 특징적인 향기에는 MTA가 관여하기 때문에 고구마의 품종개발과 더불어 제조조건의 차이에 따라 다양한 종류의 고구마 소주 제조가 가능할 것이 시사되었고, 그에 따른 연계 개발의 결과로 다양한 종류의 제품들이 개발되었다.

우리나라에서는 아직 고구마 소주에 대한 인지도가 낮아서 고구마 소주의 연구개발이 아직 활발하게 이루어지지 않은 상태이기 때문에 본 연구에서는 국내에서 육종되어 재배되고 있는 고구마 품종 중에서 전분가가 높고 증자 후 육질의 분질성이 좋으며 맛이 좋은 것으로 평가되는 연미, 증미, 신천미, 신울미의 4종류의 품종을 선택하여 증류식 고구마 소주를 제조하고 그 소주에 포함되어 있는 MTA의 농도를 분석하고 고구마 소주의 향미와 관련된 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

전분가가 높고 육질의 분질이 좋은 연미, 증미, 신천미, 신울미의 4종의 고구마는 전라남도 바이오에너지 작물센터(Muan, Korea)

로부터 분양받아 사용하였고(8), 국을 제조하기 위한 쌀은 익산 농협(Iksan, Korea)으로부터 청결미를 구입하여 사용하였다. 백국 균인 *Aspergillus kawachi*의 종균은 Kawachi kenichiro집(Kagoshima, Japan)에서 구입하였고, 효모는 한국식품연구원 우리술연구센터로 (Seongnam, Korea)부터 발효능이 우수한 *S. cerevisiae* (89-5-3)를 분양받아 사용하였다(9). 그 외의 시약류는 1급 이상의 제품을 이용하였다.

고구마 소주의 제조시험

효모의 전배양은 yeast extract 1%, polypeptone 2% 및 glucose 2%의 조성인 YPD액체배지에 사면배지로부터 효모를 백금으로 식균하여 30°C에서 48시간 동안 정치배양하였다. 고구마 소주의 1차담금은 2L용 유리병에 전배양액 5 mL, 쌀국 240 g 및 물 235 mL를 첨가하여 30°C에서 5일간 배양하였다, 1차 담금 시료에 1시간 동안 증자하여 분쇄한 고구마 1 kg과 물 560 mL를 넣어 2차 발효를 하였다. 발효온도는 항온수조에서 30°C로 일정하게 유지하였다. 발효경과는 발생하는 탄산가스 중량을 술덧의 감소중량으로부터 산출하는 것으로 구하였다.

증류

2 L용 유리제품의 증류기에 발효가 종료된 술덧(Table 2) 1.5 kg을 넣고, 증기를 술덧에 직접 집어넣는 방법으로 증류하였다. 증기가 들어가기 시작하여 알코올이 유출되기까지는 약 40분간이 걸렸다. 그 후 약 1.5시간 정도 후에 증류 원주의 알코올 농도가 38%가 되었을 때 증류를 종료시켰다.

술덧의 분석

발효 종료 후의 술덧의 알코올 농도는 술덧을 거즈로 여과하여 얻어진 여과액 200 mL를 이용하여 일본 국제청소정분석법에 따라 수행하였다(10). 술덧의 전당은 곱게 같은 술덧 10 g을 200 mL의 삼각플라스크에 넣고, 증류수를 100 mL로 맞추고 25% HCl 10 mL을 넣어 잘 혼합하고 약 2.5시간 중탕으로 가열하였다. 가열을 한 후에 냉각하여 10% 수산화나트륨 용액으로 약산성(pH 5-6)이 될 때까지 중화하여 증류수로 용량이 200 mL가 되도록 맞추고 No. 2 여과지로 여과하여 얻어진 여과액의 환원당량을 Somogyi-Nelson법으로 측정하여 구하였다(11,12). 환원당은 술덧을 거즈로 여과하여 No. 2 여과지로 여과하여 얻어진 여과액 10 mL을 이용하여 술덧의 환원당량을 구하였다.

술덧의 산도는 거즈로 여과한 술덧을 No. 2 여과지로 여과

Table 1. Conditions for gas chromatography-mass spectrometry to analyze general aroma compounds

GC	Agilent 5975B inert
Column	DB-WAX 0.25 mm×60 m, Film 0.25 μ m
Carrier gas	Helium, 1 mL/min (constant flow)
Oven	50°C (hold for 5 min) to 230°C at 3°C/min (hold 10 min)
Injection	240°C, Splitless
MSD	Agilent 5973
Ion source temperature	250°C
Ionization method	Electron Ionization
Mass range	Total Ion Monitor: <i>m/z</i> 29-425
TDS	GERSTEL TDS3 Thermal Desorption System
TDS temperature	20°C (hold for 1min) to 260°C at 60°C/min (hold for 1 min)
TDS transfer temperature	280°C
CIS temperature	-150°C(hold for 2 min) to 270°C at 12°C/min (hold for 2 min)
Injection mode	Splitless

여 얻어진 여과액 10 mL에 혼합지시약 2-3방울을 떨어뜨리고, 0.1 N NaOH용액으로 진한 녹색이 맑은 스카이 블루가 될 때까지 적정하여 소요된 량에 0.1 N NaOH 용액의 factor를 곱해서 산도로 하였다. 술덧의 휘발산도는 검체 50 mL을 200 mL 삼각플라스크에 넣고, 페놀프탈레인 지시약 4-5방울을 떨어뜨리고, 0.01 N NaOH 용액으로 적정하여 담적색이 수 초간 나타날 때까지 적정하여 그 소요된 량에 0.01 N NaOH 용액의 factor와 0.2를 곱해서 휘발산도로 하였다.

고구마 소주의 Monoterpene alcohols (MTA) 분석

고구마 소주에 포함되어 있는 MTA의 분석은 Takamine 등(13)이 기술한 방법에 따라 실행하였다. 시료 10 mL을 vial에 넣고 Polydimethylsiloxane Resin으로 coating한 교반 twister (GERSTEL, Tokyo, Japan)로 실온에서 1,500 rpm으로 1시간 동안 교반하였다. 교반 twister를 꺼내어 증류수로 세척한 후에 여분의 물은 종이 타올로 닦아냈다. 이 교반 twister를 TDS가열탈착장치(GERSTEL TDS3; Tokyo, Japan)에 설치하여 GC-MS(Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. GC-MS의 분석조건은 Table 1에 나타났다. 성분의 동정은 Agilent ChemStation software와 NIST05a Mass Spectral Library 및 AromaOffice (Nishikawa Keisoku Co. Ltd, Tokyo, Japan)로 산출한 retention index (R.I)로부터 실행하였다. 정량에 사용한 이온은 citronellol, nerol, 및 geraniol이 $m/z=69$, linalool이 $m/z=93$, α -terpineol이 $m/z=59$ 를 이용하여 각각의 정량용 이온의 면적으로부터 절대검량선법을 이용하여 정량하였다. 한편, 표본물질은 분석하려는 시료와 같은 알코올 농도용액 및 완충액에 용해하여 검량선을 구하였다.

관능평가

관능평가는 일본소주관능평가위원회와 일본 가고시마대학 소주발효학 교육연구센터의 소주제조학전공 대학원생을 포함하는 10명을 패널로 선정하여 수행하였다. 먼저 일본에서 고구마 소주 제조에 가장 일반적으로 사용되고 있는 *koganesengan* 품종으로 제조한 소주를 평가하고, 우리나라의 4가지 품종으로 제조한 고구마 소주에 대한 향과 맛을 비교하여 평가하였다. 평가 결과는 최소 3인 이상의 패널들이 공통적으로 느끼고 있는 결과만을 취하였다.

결 과

고구마 소주 제조시험

우리나라에서 육종된 고구마의 품종을 이용하여 제조한 소주의 향미에 대한 특성을 조사하기 위하여 전분가가 높고 증자 후의 고구마의 육질의 분질성이 좋으면서 맛이 뛰어난 것으로 알려진 연미, 증미, 신천미 그리고 신율미의 4종을 선택하였다(8). 2차 술덧의 발효경과는 발생하는 탄산가스의 양을 측정하여 결정하였다. 그림 1에 나타난 것처럼 4종류 술덧 모두가 발효 4일

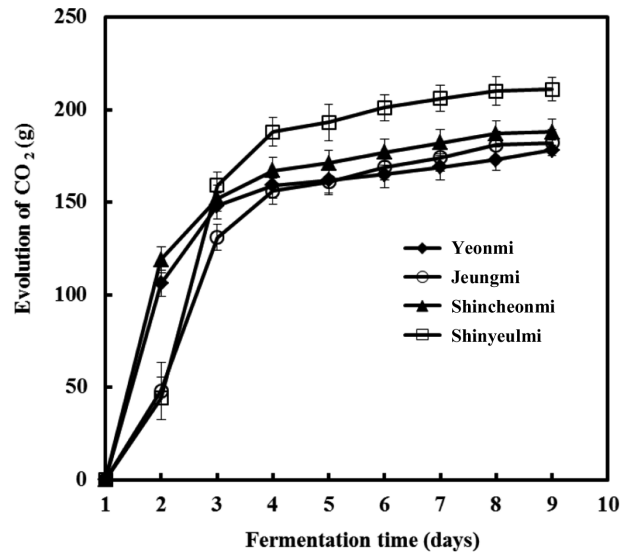


Fig. 1. Time course of fermentation by second mash used in Korean sweet potato cultivar. CO₂ evolution value indicates weight reduction of the mash. Each value represents mean±SD of two experiments.

째부터 발효정도가 늦어지기 시작하여 최종적인 증량 감소는 연미 173 g, 증미 182 g, 신천미 188 g, 그리고 신율미가 211 g정도 줄어들어 신율미로 제조한 술덧의 경우가 다른 품종에 비하여 증량감소가 약간 높게(18±6 g 정도) 나타났지만 나머지 3종류의 술덧은 거의 비슷한 정도의 발효결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

발효가 종료된 후의 술덧의 조성은 Table 2에 나타난 것처럼 술덧에 남아있는 총 당량은 1.73-1.88%의 범위였고, 환원당량은 0.24-0.33%의 범위를 나타냈다. 산도는 모두 8정도였고, 휘발산도는 1.5에서 1.9정도로 비교적 낮았다. 또한 발효 술덧의 알코올 농도는 신율미 술덧이 15%로 가장 높았으며, 증미와 연미 술덧이 14%, 그리고 신천미 술덧이 13.5%로 약간 낮게 나타났다(Table 2). 이와 같은 발효후의 술덧 조성의 특성으로 볼 때 4종류의 고구마 술덧은 잡균이 오염되지 않고 발효가 비교적 안정적인 상태로 잘 이루어 졌음을 확인할 수 있었다.

고구마 소주의 Monoterpene alcohol (MTA) 농도

고구마 소주의 원료인 고구마의 품종은 고구마 소주의 풍미에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 고구마 소주의 특징적인 향기는 Oota에 의하면 linalool, α -terpineol, geraniol, citronellol, nerol이라는 monoterpene alcohol이 기여한다고 보고하고 있다(4). 따라서, 본 연구에서 선택한 4종류의 고구마 품종으로 제조한 소주의 향기성분의 특성을 알아보기 위하여 발효가 끝나고

Table 2. Analysis of the fermented mash made from Korean sweet potato cultivar

Cultivar	pH	Acidity	Volatile acidity	Ethanol	Sugar (%)	
					Total	Reduced
Yeonmi	4.10±0.14	8.0±0.14	1.7±0.28	14.0±0.70	1.88±0.07	0.38±0.01
Jeungmi	4.24±0.20	7.9±0.14	1.7±0.21	14.0±0.28	1.73±0.04	0.34±0.02
Shincheonmi	4.12±0.11	8.0±0.21	1.3±0.42	13.5±0.14	1.84±0.06	0.24±0.06
Shinyeulmi	4.10±0.19	8.0±0.42	1.9±0.14	15.0±0.84	1.73±0.04	0.26±0.04

Values represent the mean±SD of two experiments.

Table 3. Concentration of mono-terpene alcohols in *koguma-soju* (mg/L)

Compound	Sweet potato cultivar				
	Yeonmi	Jeungmi	Shincheonmi	Shinyeulmi	<i>imo-shochu</i> average ²⁾
Geraniol	32.8±0.3 ¹⁾	33.9±1.6	38.5±0.8	32.8±0.3	45
Nerol	14.0±0.6	16.6±0.1	15.2±2.7	15.9±0.8	26
Linalool	34.7±0.3	27.1±0.3	27.7±1.2	24.8±0.21	84
Citronellol	38.5±0.4	37.8±0.6	54.2±7.7	47.4±0.4	40
α -terpineol	90.6±3.8	76.6±3.8	94.7±12	92.0±5.01	80
Total	210.6±3.5	192±5.24	230.4±24.5	212.2±5.7	275

¹⁾Values represent mean±SD of two experiments.

²⁾Japanese sweet potato-*soju*. Kamiwatari *et al.* (2005).

증류한 후 얻어진 원주를 5 μ m의 filter로 여과한 후 알코올 농도를 25%가 되게 증류수로 희석하여 고구마 소주 속의 MTA의 농도를 GC/MS를 이용하여 측정하였다. 각각의 고구마 소주 속에 포함되어 있는 5가지 성분의 MTA의 농도는 Table 3에 나타났다.

5가지 MTA 성분의 농도는 neroli이 14.0-16.6 μ g/L, linalool로 24.8-34.7 μ g/L, geraniol은 32.8-38.5 μ g/L, citronellol이 37.8-54.2 μ g/L 그리고 α -terpineol이 76.6-94.7 μ g/L의 범위로 존재하였다. 우리나라 품종으로 제조한 고구마 소주의 MTA농도의 전반적인 경향은 neroli가 가장 낮았고, linalool, geraniol 그리고 citronellol이 중간정도, 그리고 α -terpineol이 가장 높게 존재하는 경향을 보였다(Table 3). 이런 경향은 일본의 제품화된 5종류의 고구마 소주의 평균 MTA농도에서 보여주는 경향과는 차이를 나타내고 있다. 일본의 고구마 소주에서도 neroli의 농도가 가장 낮게 나타났으나, linalool이 α -terpineol과 더불어 높게 나타내는 특징을 보이는 반면, 우리나라 품종에서는 전반적으로 linalool이 일본의 고구마 소주에서 나타나는 농도의 약 30-41%정도로 낮게 나타나고 있다. 이에 비하여 α -terpineol의 농도는 우리나라의 품종의 고구마 소주가 일본의 고구마 소주의 평균 농도보다 증미를 제외하고는 약 13-18%정도 높은 경향을 보였다. 총 MTA농도의 경향은 증미가 192 μ g/L로 가장 낮았으며, 연미가 210 μ g/L, 신율미가 212 μ g/L 그리고 신천미가 230 μ g/L 순으로 높게 나타났다. 이런 경향은 일본의 고구마 소주에서의 평균값인 275 μ g/L에 비하여 전반적으로 약 20-30% 정도나 낮은 것으로 나타났다.

관능평가

관능평가는 일본에서 가장 일반적으로 고구마 소주의 제조에 이용되고 있는 *koganesengan* 품종으로 제조한 소주와 비교하여 다양한 결과가 얻어졌다. 그 중에서 공통적으로 나타난 의견을 간략하게 정리하여 Table 3에 나타났다. 연미로 제조한 고구마 소주는 야채나 풀과 같은 풋풋한 냄새나 버섯 향이 나지만 산뜻한 맛을 느끼게 하는 것으로 나타났다. 증미로 제조한 소주는 과일 향이 난다는 평가와 더불어 유황 냄새가 나지만 대체로 부드러운 단맛을 느끼게 한다는 평가가 나왔다. 신천미로 제조한 소주는 바닐라와 같은 과일향이나 꽃향기가 나고 깔끔하며 깊은 맛을 느끼게 하는 것으로 평가 되었다. 신율미로 제조한 소주는 고무향이 난다는 부정적인 평가가 있었지만 감귤과 같은 과일향이 나며 약간 거친 맛을 느끼게 하는 것으로 평가되었다.

결과 및 고찰

고구마는 식품, 전분질 원료 이외에도 증류 소주의 원료로 이용되고 있고, 특히 고구마 소주는 일본에서 원료의 특징 및 지역

Table 4. Sensory evaluation of products made from small scale *koguma-soju* making

Cultivar	Indication of flavor
Koganesengan	General Japanese sweet potato- <i>soju</i> , Light
Yeonmi	Grass-like, Mushroom-like, Sharp
Jeungmi	Fruity, Sulfur-like, Sweet, Light
Shincheonmi	Floral, Fruity, Vanilla-like, Fresh, Deep
Shinyeulmi	Fruity, Citrus-like, Rubber-like, Rough

의 특성을 살리는 술로서 사랑을 받고 있다. 알코올 음료는 각각의 원료로부터 유래하는 제품의 특징을 가지고 있기 때문에 원료성분을 잘 파악하는 것은 술의 질을 관리하기 위해서 중요한 요소이고, 바람직한 품종의 육종이나 선정에 있어서도 대단히 중요한 요인이다. 와인은 그 원료인 포도의 품종에 의해서 향기가 크게 다르고, 그것이 각각의 와인이 갖는 품종의 특성에 연관되어 있다. 특히 muscat계 품종의 와인의 향기는 linalool, nerol, geraniol, citronellol과 α -terpineol의 5종류의 MTA 성분이 크게 기여하고 있는 것이 알려져 있다(3). 고구마 소주의 매력도 원료인 고구마의 향기성분의 특성에 따라 품질이 크게 좌우된다. 고구마 소주의 향미에 관계하는 특징적인 향기성분도 muscat계 와인과 동일한 5가지의 MTA 성분인 것이 알려져 있다. 그 MTA 성분들은 고구마에 존재하는 글루코오스 등의 당에 결합된 monoterpene 배당체로 존재하는 것이 알려져 있다(4,5). Kamiwatari 등에 의하면, 고구마의 육색이 자색을 원료로 하여 생산한 제품에서는 요구르트와 비슷한 풍미가 나고, 육색이 주황색인 경우에는 마늘 쥬스와 같은 향을 나타내고, 육색이 백색인 경우에는 산뜻한 고구마 향과 단맛을 나타내는 제품이 얻어진다고 보고하고 있다(5). 우리나라에서 재배되고 있는 고구마는 주로 일본에서 들어온 것과 우리나라에서 육종한 20여 가지가 재배되고 있는 것으로 알려져 있는데, 일본에서 들여온 품종에 관해서는 이미 일본에서 많은 연구가 이루어졌지만 우리나라에서 육종된 품종들에 대해서는 목포16호와 진홍미 등에 대한 연구가 보고되어 있을 뿐이다(1,2). 따라서 우리나라에서 육종된 고구마를 이용한 증류 소주의 상품화를 위해서는 고구마의 종류에 따른 향기성분의 분석이 무엇보다도 필요하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서 선택한 4 종류의 고구마 품종의 MTA 성분 농도에 대한 특성을 일본에서 가장 일반적인 고구마 소주에 제품의 MTA 성분의 농도와 비교 분석해 보는 것은 고구마 소주의 발효 및 증류조건의 차이에 의해 정량적으로 분석하는 것은 어려운 일이지만, 우리나라 품종으로 제조한 고구마 소주에 대한 향미성분에 대한 대체적인 경향을 파악하기에는 나름대로 의미가 있는 일이라고 생각된다.

따라서 본 연구에서는 Kamiwatari 등(6)이 분석한 5종류의 일본 고구마 소주 제품 속에 포함되어 있는 MTA 성분의 농도 값과 우리나라 품종으로 제조한 고구마 소주의 MTA 성분 농도 값을 비교하여 보았다.

먼저 geraniol의 경우는 일본 고구마 소주 평균 농도가 45 µg/L인데, 우리 품종의 고구마 소주에서는 약 73-86% 정도(32.8-38.5 µg/L)로 낮았다. Nerol의 경우에는 4종류의 고구마 소주 모두 일본 고구마 소주의 평균 농도인 26 µg/L보다 낮은 농도(14-16.6 µg/L)를 나타냈다. Citronellol의 농도는 일본 고구마 소주 평균인 40 µg/L와 거의 유사하거나(38.5-47.4 µg/L) 약간 높은 값(신천미에서 54.2 µg/L)을 보였다. α-Terpeneol의 경우도 일본 고구마 소주 평균값과 유사(증미에서 96%)하거나 약 13-18%정도 높은 값(90.6-94.7 µg/L)을 나타냈다. 그러나 linalool은 일본 고구마 소주의 평균농도가 84 µg/L인데 비하여 우리나라의 품종의 고구마 소주에서는 모두 현저하게 낮은 값(일본 고구마 소주 평균값의 41-60%)을 나타냈다.

고구마의 품종에 포함되어 있는 고구마 소주의 향기성분은 발효과정에서 Koji유래의 β-glycosidase에 의해 가수분해를 받아 술덧 속으로 유리되어 나온다. 그 중 geraniol과 nerol은 효모에 의해 citronellol로 전환되고, 또한 상압증류과정에서 열이나 koji에 의해서 생산되는 구연산에 의해서 형성되는 산성조건에서 linalool과 α-terpeneol로 전환되는 것으로 알려져 있다(7).

이들 향기성분의 특징은 linalool은 ‘꽃향기(Floral)’, ‘감귤향(Citrus-like)’, ‘과일향(Fruity)’, ‘산뜻함(Fresh)’, ‘화장품향(Cosmetics)’ 등의 산뜻하고 우아한 향을 느끼게 하고, α-terpeneol은 ‘인디안 잉크(Indian Ink)’, ‘선향(Incense Stick)’, ‘흙냄새(Earthy)’, ‘무거움(Heavy)’ 등으로 선호하지 않는 감각을 느끼게 하고, geraniol은 ‘감귤향(Citrus-like)’, ‘나뭇잎 향(Leafy)’, ‘풀향기(Grass-like)’ 등을 느끼게 하고, citronellol은 ‘감귤향’, ‘과일향’ 등을 그리고 nerol은 ‘꽃향기’, ‘과일향’, ‘감귤향’을 느끼게 하는 것으로 알려져 있다(6).

4종류의 우리나라 품종으로 제조한 소주에서의 MTA 농도의 전반적인 특징은 꽃향기나 감귤향, 과일향과 산뜻함 등의 긍정적인 평가를 나타내는 것으로 알려져 있는 geraniol, nerol 그리고 linalool의 농도가 상대적으로 낮게 나타났다. 특히 그 중에서 산뜻하고 우아한 향을 나타내는 것으로 알려진 linalool의 농도가 일본 고구마 소주 평균값의 절반이하의 농도를 나타내는 점이 특이할 만하다고 볼 수 있다. 반면에, 무겁고 부정적인 느낌을 느끼게 하는 것으로 알려진 α-terpeneol의 농도가 일본 고구마 소주의 평균값보다 높게 나타난 것도 특징의 하나라고 볼 수 있다. 따라서 우리나라 품종으로 제조한 소주에 대한 관능평가에서 부정적인 평가가 예상되었다. 물론 연미 소주에서 버섯향이나 증미 소주에서의 유향 비슷한 향 그리고 신율미 소주의 고무향과 거친 맛과 같은 부정적인 평가도 있었지만, 풀향기와 같은 산뜻함, 과일이나 꽃향기와 같은 달고 부드러운 맛이라는 긍정적인 평가도 얻어졌다. 이런 평가가 얻어진 것으로 고려해 볼 수 있는 점은 상대적으로 우리나라 품종의 소주에서 높게 검출된 α-terpeneol에 대한 역치가 Kamiwatari 등의 분석에 의하면, 약 1000 µg/L 정도로 높다는 것이다(6). 우리나라 품종의 고구마 소주에서 가장 높게 나타난 것은 그 역치 값의 10% 미만에 지나지 않기 때문에 부정적인 평가에는 그다지 큰 영향을 미치지 않은 것으로 보인다. 그러나 우리나라 품종으로 제조한 고구마 소주의 경우, 나머지 4가지 성분도 모두 역치 이하의 수준이기 때문에 고구마 소주의 향미에 미치는 영향은 이들 MTA 성분들의 전체적인 비율에 대한 미묘한 차이의 상호작용이 관능적인 향미에 영향을 주는 것이 아닌가 생각된다.

이상의 결과로 볼 때, 본 연구에서 선택한 4종류의 품종의 고구마로 제조한 소주의 향기성분인 MTA 성분의 농도가 품종별로 다르게 나타났고, 이에 따른 향미에 대한 특색도 있는 것으로 보인다. 고구마 소주의 향미에는 코지나 효모 유래의 휘발성 향기성분도 영향을 미치지만, 기본적으로 고구마 품종에 배당체로 존재하고 제조과정에서 유리되어 전환되는 MTA 성분의 농도차이가 크게 영향을 미치기 때문에 다양한 MTA 성분이 포함된 품종의 개량이나 제조공정의 개선 등으로 다양한 종류의 개성이 있는 고구마 소주로의 개발이 충분히 가능할 것으로 보인다. 본 연구에서는 우리나라의 4가지 고구마 품종에 대한 MTA 성분의 농도를 비교 분석하고, 그와 관련된 향미의 대체적인 경향을 살펴보았다. 본 연구를 계기로 우리나라에서 육종된 다양한 고구마 품종들에 대해서도 고구마 소주를 제조하여 MTA 성분에 대한 농도를 분석하고 평가하는 연구가 이루어진다면 독특한 향미를 나타내는 국내산 품종의 다양한 고구마 소주가 개발 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구를 위하여 발효능이 우수한 *S. cerevisiae* (89-5-3)를 제공해주신 한국식품연구원 우리술연구센터의 안병학 박사님께 감사를 드립니다. 이 논문은 2012학년도 원광대학교 교비지원에 의해 수행되었음.

References

- Jung ST, Park YK, Jung JH, Hwang KT, Kang BC, Jung SG. Development of distillation type *soju* from sweet potato. Agriculture, Forestry and Fisheries R&D Report. Ministry of Agriculture Food Rural Affairs. pp. 125-254 (1996)
- Park JS, Chung BW, Bae JO, Lee JH, Jung MY, Choi DS. Effect of sweet potato cultivars and *koji* types on general properties and volatile flavor compounds in sweet potato *soju*. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 468-474 (2010)
- Shimizu K. The role of monoterpenes in flavor of alcoholic beverages. J. Brew. Soc. Japan 89: 594-599 (1994)
- Ohta T. Characteristic flavor of *kansho-shochu* (sweet potato spirit). J. Brew. Soc. Japan 86: 250-254 (1991)
- Ohta T, Ikuta R, Nakashima M, Morimitsu Y, Samuta T, Saiki H. Characteristic flavor of *kansho-shochu* (sweet potato spirit). Agr. Biol. Chem. Tokyo 54: 1353-1357 (1990)
- Kamiwatari T, Setoguchi S, Takamine K, Ogata S. Content of mono-terpene alcohols in stressed sweet potatoes and the flavor property of *imo-shochu*. J. Brew. Soc. Japan 100: 520-526 (2005)
- Kamiwatari T, Setoguchi S, Kanda J, Setochuchi T, Ogata S. Effects of sweet potato cultivar on the quality of *imo-shochu* with references to the characteristic flavor. J. Brew. Soc. Japan 104: 437-445 (2006)
- Han SK. Quality and starch properties of sweet potato cultivated at different regions. PhD thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea (2012)
- Kim HR, Kim JH, Bae DH, Ahn BH. Characterization of *yakju* brewed from glutinous rice and wild-type yeast strains isolated from *nuruks*. J. Microbiol. Biotechnol. 20: 1702-1710 (2010)
- Takamine K, Jeon BH, Kim WS. Screening of dietary fiber degradation enzyme for making sweet potato *soju* by vacuum distillation. Korean J. Orient. Med. Physiol. Pathol. 26: 35-39 (2012)
- Somogyi M. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23 (1952)
- Nelson N. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. J. Biol. Chem. 153: 375-380 (1944)
- Takamine K, Oyama S, Yoshizaki Y, Tamaki H, Sameshima Y. Isolation of *shochu* yeast from soil and its application in *shochu* making on an industrial scale. J. Brew. Soc. Japan 105: 546-555 (2010)