

연구노트

Volatile Compounds of Potato Sojues Produced by Different Distillation Condition

Yong-Jin Jeong¹ and Ji-Hyung Seo²

¹Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

²Div. of Food, Beverage & Culinary Arts, Yeungnam College of Science & Technology, Daegu 705-703, Korea

증류조건을 달리한 감자소주의 휘발성 성분

정용진¹ · 서지형^{2*}

¹계명대학교 식품가공학과, ²영남이공대학교 식음료조리계열

Abstract

The fusel oils and the volatile flavor compounds of two potato sojues, one of which was produced with the traditional distillation apparatus(*soju-gori*) and the other, with the reduced pressure distillation system, were examined. The fusel oil content was high in the potato soju that was distilled under reduced pressure (potato soju(II)). The relative ratio of the isoamyl alcohol to the isobutyl alcohol and the n-propanol was 3.1:0.8:1.0 in the potato soju that was distilled with *soju-gori* (potato soju(I)), and 4.0:1.2:1.0 in potato soju(II). The chromatograms of the volatile components apparently differed between potato soju(I) and potato soju(II). Potato soju(I) contained four kinds of alcohol, six kinds of ester, n-valeraldehyde, and acetic acid. Potato soju(II) contained seven kinds of alcohol, 14 kinds of ester, two kinds of aldehyde, acetic acid, and three other compounds. Potato soju(II) significantly scored higher for flavor property than potato soju(I).

Key words : potato soju, distilled liquor, volatile compound, fusel oil

서 론

감자는 세계 4대 식량작물 중 하나이며 전분 이외에 양질의 단백질과 비타민 C, 칼슘, 마그네슘 등을 함유하고 있다. 국내의 감자 생산량은 2010년 533 천톤에 달하며 이들 대부분은 신선한 상태로 소비되지만 저장성이 낮아 일부분은 감자전분, 감자칩 등으로 가공된다. 감자술은 고랭지 감자의 주생산지인 강원도에서 지역 민속주로 제조되고 있으나 타 민속주에 비해 알콜 함량이 낮고 품질이 균일하지 못해 경쟁력이 낮다(1). 이 같은 상황에서 감자소주는 감자술을 증류하여 숙성하는 동안에 독특한 풍미가 형성되어, 기존의 감자술과 차별화 된 고급 주류로서의 가능성이 기대되나 관련 연구가 미진한 형편이다.

주류는 제조방법에 따라 양조주, 증류주, 혼성주로 구분되며 증류주의 품질은 맛성분보다 휘발성 향기성분에 의해

크게 좌우된다(2,3). 따라서 감자소주에서 증류과정은 기본적인 주질이 결정됨으로 상품화 측면에서 매우 중요한 단계이다. 현재 증류주 제조에는 스테인레스 재질의 증류기를 이용한 감압형 증류방법이 보편적이나 민속주의 경우 일반적으로 소주고리(*soju-gori*)와 같은 전통방식 증류기로 감압형 증류를 한다. 향미 특성으로 볼 때 감압형 증류주는 가열취가 적고 휘발성이 큰 향기 성분이 유지되는 반면 상압방식의 증류주는 비점이 낮은 성분의 손실이 용이하고 술덧 성분간의 부가반응이 촉매되어 농후한 풍미를 형성한다(4,5). 근래에는 일부 감압 증류주의 고미 발생 등이 보고(6)되기도 하여 재료 특성에 따른 증류방식의 선정에 대한 의견(4)도 있다.

본 연구는 감자술덧을 상압 및 감압 방식으로 증류하여 감자소주를 제조하고 그 휘발성 성분의 특성에 대해 조사하여 감자소주의 제품화를 위한 기초 자료를 얻고자 하였다.

*Corresponding author. E-mail : seojh@ync.ac.kr
Phone : 82-53-650-9346, Fax : 82-53-625-6247

재 료

강원도산 감자(sumi종)를 구입하여 이용하였으며, 발효제로는 양조용으로 시판되고 있는 조효소제((주)배정산업)와 glucoamylase (Daiwa Kasei Co)를 이용하였다.

감자술덧 담금

Jeong 등(7)의 방법에 따라 원료감자 5 kg을 세척 후 파쇄하여 15분간 고압증자한 다음 15 L의 물을 넣고 조효소제 400 g과 glucoamylase 3 g을 첨가하여 60°C에서 6시간동안 당화시킨 후 배양된 주모를 5%(v/w) 접종한 다음 30°C, 100 rpm에서 36시간동안 알콜발효시켜 감자술덧을 제조하였다. 이때 주모는 *Zygosaccharomyces fermenti* KTF53을 감자추출액에 접종하여 25°C, 100 rpm으로 36시간 배양하여 사용하였다.

감자소주의 제조

전통방식 증류주인 감자소주(I)은 용기로 만든 소주고리에 감자술덧 10 kg을 넣은 후 증류시켜 최종 알콜 함량을 25%로 하여 제조하였다. 감압방식 증류주인 감자소주(II)는 감자술덧을 부직포로 압착 여과한 후 No.1 여과지로 잔사를 제거한 다음 vacuum controller (NVC-2000, Eyela Co, Tokyo, Japan)가 장착된 rotary evaporator system(압력 450 mmHg, 온도 70°C)을 이용해서 증류하였다. 이때 증류종말점은 증류액 100 mL를 분액 채취하여 alcohol 함량이 3% 이하인 시점으로 하였으며 최종 알콜함량은 25%로 하였다. 제조된 각각의 감자소주는 2L 용량의 유리병에 넣은 후 10°C에서 15일 동안 후숙시킨 후 분석용 시료로 이용하였다.

퓨젤유의 분석

In 등의 방법(8)에 따라 시료액을 0.45um membrane filter로 여과한 다음 GC (Shimadzu GC17A, Kyoto, Japan)로 분석하였다. 이때 분석조건은 Carbowax 20M column, FID detector (220°C)를 이용하여 injector 온도 150°C, column 온도 60°C (1 min)에서 180°C (5 min)까지 매분당 5°C씩 승온하였고 carrier gas로 N₂ (20 mL/min)를 사용하였으며, 각 시료는 1 uL씩 3회 주입하여 얻어진 chromatogram의 peak area값을 각 alcohol 성분의 peak area값과 비교하여 정량하였다.

휘발성 성분의 분리 및 동정

감자소주의 휘발성 성분 분석은 solid phase microextraction (SPME)-GC법(9)으로 행하였다. 즉 headspace vial (23×75 mm, PTFE/silicon septa, aluminum seal)에 시료 5 mL를 넣고 25% sodium chloride를 첨가한 다음 예열 처리된 polydimethylsiloxane/carboxen (PDMS/ Carboxen, 75 um coating thickness, Supel CO, PA, USA) fiber를 주입하여

heating block (Dry thermobath MG 2000, Eyela Co, Tokyo, Japan)을 이용해서 70°C에서 15분간 포집한 후 휘발성 성분이 포집된 SPME fiber를 GC injector에 주입하여 분석하였다. 포집된 각각의 휘발성 성분은 Shimadzu 17A GC와 DB-FFAP capillary column (30 m × 0.32 mm, J&W, CA, USA), FID detector (250°C) 및 carrier gas로 N₂ (1.2 mL/min)를 이용하여 50°C에서 매분당 2°C씩 승온시켜 200°C (5 min)의 column 온도 programing으로 분석하였다. 또한 휘발성 성분의 동정은 Shimadzu QP-5050A GC-MS를 이용하여 GC와 동일한 조건으로 분석하여 표준품과의 retention time 비교 및 문헌상의 mass spectral data의 대조로 실시하였다. 이때 MS system의 조건은 ionization mode EI, ionization voltage 70 eV, mass range 40-300 a.m.u.이었으며, 사용된 library는 Wiley 229 (10)이었다.

관능검사

관능검사는 주류의 맛과 향에 관심을 가지고 있는 20대 대학생 10명에게 감자소주 2종과 일반 희석식 소주 1종을 함께 제공하고 각각의 시료에 대한 맛, 향, 입안에서의 감촉, 전반적인 기호도에 대해 5점법으로 평가하도록 하였다. 이때 각 시료는 흰색 종이컵에 50 mL씩 동일한 조건으로 제공하였고 검사 전후에는 물로 입안을 충분히 세척하도록 하였다. 측정 결과는 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정을 통하여 p<0.05 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검정하였다(11).

결과 및 고찰

퓨젤유

Table 1은 증류방식을 달리한 2종의 감자소주에 함유된 퓨젤유를 분석한 결과이다. 감자소주에는 4종의 퓨젤유(n-propanol, isobutyl alcohol, 1-butanol, isoamyl alcohol)가 함유되어 있었고, 총 퓨젤유 함량은 전통방식으로 증류한 감자소주(I)에서 748.65 ppm, 감압 증류한 감자소주(II)에서 1136.22 ppm이었다. 이는 In 등(8)이 보고한 토고리로 증류한 전통소주의 퓨젤유 함량(357~729 ppm) 및 Lee 등(12)이 보고한 감압 증류 소주의 퓨젤유 함량(1072.8~1083.7 ppm)과 유사하였다. 또한 2종의 감자소주 모두 isoamyl alcohol과 isobutyl alcohol이 주요 퓨젤유로 확인되었으나 퓨젤유 성분간 구성비에 차이가 있었다. 즉 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol, n-propanol의 상대비는 감자소주(I)이 3.1 : 0.8 : 1.0, 감자소주(II)가 4.0 : 1.2 : 1.0이었으며, 이는 Yi 등(3)이 감압 증류시 isoamyl alcohol 함량이 증가했다는 보고와 일치하였다. 주류에서 퓨젤유는 함량이 많을 경우 숙취를 유발하거나 효소적 산화로 aldehyde류를 생성하여 이취의 원인이 되기도 하지만, 미량의 퓨젤유는

주류의 특유한 풍미 형성에 기여한다(8,13). 특히 퓨젤유 중 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol, n-propanol의 상대비(ABP ratio)는 증류주의 품질 결정 요인으로 추측되며(14), 중국산 고량주에 n-propyl alcohol 함량이 높은 것과 달리 우리나라 전통 소주의 평균 ABP ratio는 4:2:1 수준으로 보고(15)된 바 있다. 최근 Yi 등(3)은 개량누룩으로 제조한 증류식 소주의 ABP ratio가 상압 증류조건에서 2.9 : 1.4 : 1.0, 감압 증류조건에서 3.1 : 1.4 : 1.0 수준이라고 보고하였다. 이로 볼 때 감자소주에 함유된 퓨젤유는 재료 조건과 발효방법, 증류방식 등이 복합적으로 작용하여 형성된 것으로 생각된다.

Table 1. Fusel oil contents of potato sojues produced by different distillation condition

Fusel oils	Potato sojues	
	I ¹⁾	II ²⁾
n-Propanol	149.02 ± 21.32	181.16 ± 30.18
Isobutyl alcohol	123.84 ± 17.23	213.72 ± 32.60
1-Butanol	13.95 ± 3.10	15.82 ± 6.12
Isoamyl alcohol	461.84 ± 65.78	725.52 ± 89.41
Total	748.65 ± 90.29	1136.22 ± 200.32

¹⁾Potato soju produced by traditional distillatory apparatus (soju-gori).

²⁾Potato soju distilled in the condition of 450mmHg vacuum pressure at 70°C.

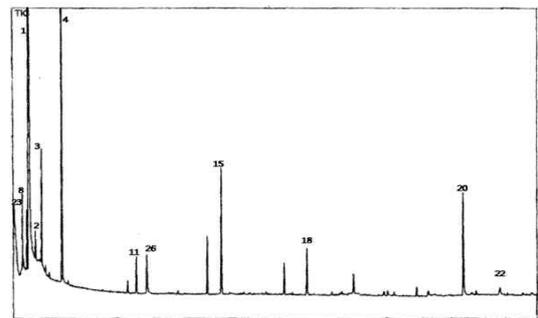
휘발성 성분

Fig. 1과 Table 2는 SPME-GC법으로 감자소주의 휘발성 성분을 분석한 결과이다. 감자소주의 휘발성 성분 chromatogram은 증류방식에 따라 차이가 있었고 ethanol을 비롯한 alcohol류와 ethyl decanoate, ethyl laurate 등의 ester류가 주된 휘발성 성분으로 확인되었다(Table 2). 소주고리로 증류한 감자소주(I)의 휘발성 성분은 alcohol류 4종, ester류 6종, aldehyde류 1종, acid류 1종이었으며, ethanol의 peak area가 전체 휘발성 성분 중 68.01%를 차지하였다. 이는 안동소주, 문배주, 이강주 등이 증류 동안에 저비점 휘발성 성분의 손실로 ethanol 비율에 비해 isoamyl alcohol, n-hexyl alcohol 등이 극미량이었다는 보고(8)와 유사하였다. 감압 증류주인 감자소주(II)는 휘발성 성분으로 alcohol류 7종, ester류 14종, aldehyde류 2종, acid류 1종 및 기타 성분 3종이 확인되었으며, 감자소주(I)과 비교할 때 alcohol류 중 isoamyl alcohol의 비율이 높고 isoamyl acetate를 비롯한 미량의 ester류를 함유한 것이 특징적이었으며 특히 ethyl decanoate와 ethyl laurate의 peak area 비율이 높았다.

민속 소주에 관한 선행 연구에 따르면 isoamyl alcohol, isobutyl alcohol, n-propanol, 2-phenyl ethanol, ethyl succinate, ethyl pelarfonate, furfural 등이 주요 휘발성 성분으로 보고(2,14,16)된 가운데, 누룩과 같은 부재료를 사용한

경우 초산균의 작용으로 인한 acetic acid 함량 증가가 보고(17)되기도 하였다. 본 연구에서 ethanol 등과 함께 주요 휘발성 성분으로 확인된 isoamyl alcohol은 알콜발효 중에 leucine으로부터 생성(8)되어 바나나향을 나타내며 valine으로부터 생성(18)된 isobutyl alcohol과 함께 감자소주의 향미 형성에 관여한 것으로 추측된다. Ester류는 저급지방산으로부터 효모발효 중에 생성되며 방향성의 과일향을 나타내어 주류의 향 형성에 큰 영향을 준다(2,14,19). 특히 감자소주(I)(II)에서 확인된 ethyl decanoate와 ethyl octanoate는 사과향을, ethyl palmitate는 파인애플향을 나타내며 감자소주(II)에 존재하는 isoamyl acetate는 배향, 바나나향, 사과향을 함께 생성하는 것으로 알려져 있다(20,21). 또한 ethyl acetate는 달콤한 과일향으로 청주, 탁주의 향미 성분이며, ethyl laurate는 청주, 맥주, 전통소주에 존재하는 강한 과일향으로 보고되고 있다(18,22,23). 이밖에 acetaldehyde는 강한 자극취로 안동소주(2)에 함유되어 있고 맥주의 미숙취(19)로도 알려져 있다. 한편 furfural은 고온 증류처리를 거친 민속주에 다량 존재하며(3,12) 개량누룩을 이용한 탁주의 발효 후반기에 생성된다고 보고(21)된 바 있으나, 본 연구에서는 재료 이외에 증류온도와 시간의 차이로 확인되지 않은 것으로 추측된다.

(I)



(II)

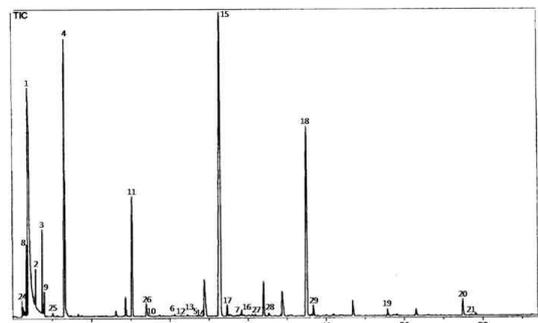


Fig. 1. Chromatogram of potato sojues distilled by different conditions.

I: Potato soju produced by traditional distillatory apparatus(soju-gori).

II: Potato soju distilled in the condition of 450mmHg vacuum pressure at 70°C.

Table 2. Volatile compounds of potato soju produced by different distillation methods

Peak No.	Volatile compound	Unit : peak area(%)	
		Potato soju	
		I ¹⁾	II ²⁾
Alcohols			
1	Ethanol	68.01	26.13
2	n-Propanol	0.40	1.68
3	Isobutyl alcohol	1.44	1.76
4	Isoamyl alcohol	9.49	12.28
5	n-Octanol	-	0.06
6	2-Nonanol	-	0.03
7	3-Nonen-1-ol	-	0.04
Esters			
8	Ethyl acetate	0.61	1.15
9	Isoamyl acetate	-	0.36
10	Dodecyl acetate	-	0.03
11	Ethyl octanoate	0.95	5.3
12	Ethyl nonanoate	-	0.05
13	Butyl lactate	-	0.04
14	Methyl Caprate	-	0.04
15	Ethyl decanoate	3.44	26.12
16	Ethyl-9-decenoate	-	0.21
17	Isoamyl octanoate	-	0.43
18	Ethyl laurate	1.33	12.68
19	Ethyl myristate	-	0.30
20	Ethyl palmitate	3.31	0.77
21	Ethyl 9-hexadecenoate	-	0.07
22	Diethyl phtalate	0.36	-
Aldehydes			
23	n-Valeraldehyde	5.60	-
24	Acetaldehyde	-	0.18
25	Hexaldehyde	-	0.09
Acids			
26	Acetic acid	1.44	0.63
Others			
27	Propyl decanoate	-	0.06
28	Isobutyl caprate	-	0.09
29	Isoamyl decanoate	-	0.48

¹⁾Potato soju produced by traditional distillatory apparatus(soju-gori).

²⁾Potato soju distilled in the condition of 450mmHg vacuum pressure at 70°C.

관능검사

Table 3은 증류방법을 달리한 2종의 감자소주와 일반 회석식 소주(대조군)에 대해 맛, 향, 입안 감촉 및 전반적인 기호도를 평가한 결과이다. 감자소주(II)는 감자소주(I)과

일반 회석식 소주보다 향에 대한 선호도가 유의적으로 높았다. 맛에 대한 평가 점수는 감자소주(II)가 감자소주(I)보다 높은 경향이었고 입안 감촉에 대한 선호도는 감자소주(I)(II)가 일반 회석식 소주보다 높았으나 시료간의 유의적인 차이는 없었다. 전반적인 기호도 또한 감자소주(II)가 일반 회석식 소주 및 감자소주(I)보다 높은 편이었으나 유의적인 차이는 확인되지 않았다.

이상의 결과로부터 감자소주의 휘발성 성분은 증류방법에 따라 뚜렷한 차이가 있음을 확인할 수 있었으며, 감압 증류한 감자소주는 휘발성 성분으로 과일향을 나타내는 다양한 ester 성분을 함유하고 온화한 풍미를 형성하여 고급 주류로서의 가능성이 기대됨으로 추후 부가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 3. Sensory evaluation of potato soju produced by different distillation methods

Samples	Taste	Flavor	Texture	Preference
Conton ¹⁾	2.63 ± 0.82	2.15 ± 0.50 ^{4a)}	2.51 ± 0.70	2.48 ± 0.69
Potato soju (I) ²⁾	2.25 ± 0.79	1.92 ± 0.45 ^{b)}	2.82 ± 0.51	2.30 ± 0.63
Potato soju(II) ³⁾	2.90 ± 0.93	3.47 ± 0.32 ^{a)}	3.08 ± 0.48	2.99 ± 0.72

¹⁾Commercial dilution soju.

²⁾Potato soju produced by traditional distillatory apparatus(soju-gori).

³⁾Potato soju distilled in the condition of 450mmHg vacuum pressure at 70°C.

⁴⁾Means with the different letter in the same column are significantly different(p<0.05).

요 약

감자를 이용해서 증류식 소주를 제조하고 전통방식의 소주고리 증류 및 감압증류 조건에 따른 퓨젤유 및 휘발성 성분의 특성에 대해 조사하였다. 감자소주의 퓨젤유 함량은 감자술덧을 감압 증류하였을 때 높았으며, isoamyl alcohol, isobutyl alcohol, n-propanol의 상대비는 전통방식 증류주가 3.1 : 0.8 : 1.0, 감압 증류주가 4.0 : 1.2 : 1.0 이었다. 감자소주의 휘발성 성분 chromatogram은 증류조건에 따라 뚜렷한 차이를 나타내었고, 휘발성 성분으로는 감자소주(I)에서 alcohol류 4종, ester류 6종, aldehyde류 1종, acid류 1종, 감자소주(II)에서 alcohol류 7종, ester류 14종, aldehyde류 2종, acid류 1종 및 기타 성분 3종이 확인되었다. 감자소주(II)는 향에 대한 선호도가 감자소주(I)보다 유의적으로 높았다.

참고문헌

- Kim YJ, Han YS (2006) The use of korean traditional liquors and plan for encouraging it. Korean J Food Culture, 21, 31-41

2. Hong Y, Park SK, Chio EH (1999) Flavor characteristic of korean traditional distilled liquors produced by the co-culture of *Saccharomyces* and *Hansenula*. Korean J Appl Microbiol Biotechnol, 27, 236-245
3. Yi HC, Moon SH, Park JS, Jung JW, Hwang KT (2010) Volatile compounds in liquor distilled from mash produced using *Koji* or *Nuruk* under reduced or atmospheric pressure. Korean J Soc Food Sci Nutr, 39, 880-336
4. Choi SJ (2004) The effect of distillers on the flavor components in distilled liquors. Master Thesis, Yonsei University.
5. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS (1995) Quality characteristics of soju mashes brewed by korean traditional method. Korean J Food Sci Technol, 27, 134-140
6. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (1996) Development of distillation type soju from sweet potato (NO. GOVP1199700519). Final Research Report. p.244-249
7. Jeong YJ, Seo JH, Lee JB, Jang SM, Shin SR, Kim KS (2000) Changes in the components during alcohol fermentation of potatoes using pilot system. Korean J Postharvest Sci Technol, 7, 233-239
8. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS (1995) Volatile components and fusel oils of sojues and mashes brewed by korean traditional method. Korean J Food Sci Technol, 27, 235-240
9. Ng IK, Hupe M, Harnois J, Moccia D (1996) Characterization of commercial vodkas by solid-phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry analysis. J Sci Food Agric, 70, 380-388
10. Wiley/National Bureau of Standards(NBS) (1989) Registry of mass spectral data. Wiley Science, NY, USA
11. Lee HS, Lee TS, Noh BS (2007) Volatile flavor components in the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. Korean J food Sci Technol, 39, 593-599.
12. Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS(1994) Determination and multivariate analysis of flavour component in the korean folk sojues using GC-MS. Korean J Food Sci Technol, 26, 750-758
13. Meilgard MC (1982) Prediction of flavor differences between beers from their chemical composition. J Agri Food Chem, 30, 1009-1017
14. Nishiya T (1977) Brewing components: spirits. J Soc Brew Japan, 72, 415-432
15. Lee DS, Park HS, Kim K, Lee TS, Noh BS (1994) Gas chromatographic and mass spectrometric determination of alcohol homologues in the korean folk sojues (distilled liquor). Korean J Chemical Soc, 38, 640-652
16. Hara S (1967) A view of sake component: alcohols. J Soc Brew Japan, 62, 1195-1205
17. Choi SH, Jang EY, Choi BT, Im SI, Jeong YK (2008) Analysis and comparison of volatile flavor components in rice wine fermented with *Phellinus linteus Mycelium* and regular commercial rice wine. Food Quality and Culture, 2, 32-36
18. Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS (1996) Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *Takju* during fermentation. J Korean Agric Chem Soc, 39, 249-254
19. Yuda J (1976) Brewing component: beer(fermented flaovr component). J Soc Brew Japan, 71, 819-830
20. Merck Index (1992) An encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 12th. p 1129-1130, 1270, 552, 547, 737. Merck Co Inc, New Jersey, USA
21. Lee TS, Choi JY (2005) Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using *Aspergillus kawachii Nuruks*. Korean J Food Sci Technol, 37, 944-950
22. Lee TS, Choi JY (1998) Volatile flavor components in *Takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. Korean J Food Sci Technol, 30, 638-643
23. Owaki K (1967) A view of sake component : Carbonyl. J Soc Brew Japan, 62, 1098-1105

(접수 2011년 12월 6일 수정 2012년 1월 30일 채택 2012년 2월 24일)