J East Asian Soc Diet Life
27(6): 620~628 (2017)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2017.12.27.6.620

발효제에 따른 살균 막걸리의 향기 특성

배은정[1] · 박유덕[1] · 김현수[2] · 정석태[2] · 최한석[2†]

[1]전북대학교 식품공학과, [2]국립농업과학원 발효가공식품과

Characteristic Flavor of Sterilized *Makgeollies* Brewed with Different Starters

Eun-Jung Bae[1], You-Duck Park[1], Hyun-Soo Kim[2], Seok-Tae Jeong[2] and Han-Seok Choi[2†]

[1]Dept. of Food Technology, Chonbuk National University. Jeonju 57997, Korea
[2]Fermented Food Science Division, National Institute of Agricultural Science, Jeonju 55365, Korea

ABSTRACT

This study was investigated to identify changes in flavor of makgeolli in response to heat treatment. In addition, changes in *ipguk* (koji) and improved nuruk, which are starters mainly used in makgeolli production in response to heat treatment were also analyzed. *Ipguk makgeolli* different amounts of alcohol, acid, and carbonyl groups, while nuruk makgeolli showed changes in acid and carbonyl. Principal components analysis revealed that *ipguk makgeolli* was loaded in the positive direction and *nuruk makgeolli* in the negative direction, and that they were symmetrical to each other. Principal components analysis using an electronic nose revealed that the non-heat treatment was loaded in the positive direction and heat treatment in the negative direction. Upon sensory evaluation, only *ipguk makgeolli* showed a difference in flavor among heat treatment groups. Overall, quality improvement can be expected when choosing *nuruk makgeolli* as a fermentation agent for sterilization of *makgeolli* during manufacturing.

Key words: *Makgeolli*, sterilization, *ipguk*, *nuruk*, flavor

서 론

식품공전에서 막걸리는 '곡류와 국(麴) 및 물을 원료로 하여 발효시킨 술덧을 여과하지 아니하고 혼탁하게 제성한 것'이라고 명시되어 있다. 쌀 막걸리는 크게 발효제와 가열처리 유무에 따라 나눌 수 있는데, 발효제에 따른 분류는 주세법상 국과 밑술로 구분되며, 제법적 분류는 비열처리의 생 막걸리와 가열처리의 살균막걸리로 구분된다(Yeo SH & Jeong YJ 2010). 국은 전분질 원료에 곰팡이류를 번식시킨 것으로 전분을 당화시킬 수 있는 효소를 포함한 물료를 말한다. 국은 우리나라 고유의 전통적인 누룩과 전분질 원료에 곰팡이를 번식시킨 입국 그리고 근래(1960년 이후)에 새로이 개발된 조효소제와 정제효소제 등이 있다(Min JY 등 2015).

누룩은 형태학적으로 크게 떡 누룩과 흩임 누룩으로 나뉜다. 떡 누룩은 원료를 빻아 물을 혼합해 일정한 크기의 덩어리 형태로 만드는 누룩을 말하며, 흩임 누룩은 곡물을 뭉치지 않고 널어 흩여 만드는 누룩을 말한다(Ryu IS 2014). 또, 떡 누룩은 밀, 보리 등을 쪄서 으깬 뒤 자연 상태의 곰팡이를 슬게 하는 '재래누룩'과 흑국균, 황국균 등의 균을 순수 배양하여 만드는 '개량누룩'이 있다(Jeon MH & Lee WJ 2011). 입국은 일본식 흩임 누룩으로, 주로 백국균으로 불리는 *Aspergillus niger* var. *niger*(*Asp. kawachii*)를 사용하는데, 이는 황국에 비하여 산 생성이 강한 것이 특징(Ha DM 1998)으로 주된 역할로는 전분질의 당화, 향미 부여 및 술덧의 오염방지가 있다.

일반적으로 생 막걸리는 효모와 효소가 살아있는 상태로 유통되기 때문에, 꾸준히 발효작용이 진행되어 점점 산 물질이 증가하여 신맛이 강해진다(Kim JY 등 2007). 반면, 살균막걸리는 열처리 과정을 통해 효모와 효소가 99% 이상 모두 사멸하여 발효작용이 더디게 진행되거나 전혀 진행되지 않기 때문에(Kim SY 등 2011), 생 막걸리에 비해 유통기한이 긴 것이 특징이다. 그러나 살균막걸리는 고유의 맛과 향을 잃는다는 단점을 가지고 있다(Kim YT & Kim MS 2011).

최근 세계적으로 웰빙에 대한 관심이 높아짐에 따라 우리 정부는 막걸리를 비롯한 우리 술의 세계화 사업에도 힘쓰고 있다. 농림수산식품부는 우리 술을 고부가가치 상품으로 개발하고, 2015년에는 우리 술의 시장 점유율을 5%까지 높이겠다는 정책을 제시하였다(Park CS 2012). 그러나 막걸리에 대한 연구는 주로 생 막걸리의 일반특성이나 기능성에 대한

† **Corresponding author :** Han-Seok Choi, Tel: +82-63-238-3639, Fax: +82-63-238-3843, E-mail: coldstone@korea.kr

연구(Jung SE & Kim SH 2015; Lee MS 2012; Lee SJ & Shin WC 2011)가 이루어졌고, 최근에서야 살균막걸리에 대한 연구(Park CS 2012, Min JY 등 2015)가 진행되고 있으나, 시판 살균막걸리를 대상으로 실험하였다. 따라서 본 연구에서는 막걸리의 주재료 중 하나인 발효제를 달리하여 직접 담근 후, 가열처리에 의한 향의 특성을 분석하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

막걸리 제조용 쌀은 2015년산 오대미(Dongsong Nonghyup, Cheolwon, Korea)를 사용하였다. 발효제는 역가 1,800 SP의 개량누룩(Korea enzyme Co., Ltd., Hwaseong, Korea)을, 입국은 역가 60 SP 이상에 ㈜조은곡식에서 2015년도 9월에 제조된 쌀 입국(JEGS Co., Ltd., Hwaseong, Korea)을 사용하였다. 효모는 ㈜비전바이오켐(Seongnam, Korea)에서 구매한 라빠리장(S.I. Lesaffre Co., Maroq-en-Baroeul, France)을 사용하였다.

2. 막걸리 담금 및 살균 방법

누룩 및 입국 막걸리의 담금 방법은 Fig. 1에 나와 있는 것처럼 증자된 쌀의 준비는 세척 후 2시간 침지하고 1시간 물빼기한 다음 1시간 증자하였다. 40℃로 식힌 후 개량누룩 및 입국을 첨가하여 11일간 25℃에서 발효시켰다.

Park YD(2016)의 연구에서 가열 시간과 온도 변화에 따른 미생물의 생존율 변화를 실험하였는데, 55℃에서 25 min, 60℃에서 15 min, 65℃에서 10 min, 70℃에서 3 min, 75℃에서 1 min, 80℃에서 0.3 min 이상 가열처리할 때 생존율 0%가 되었다. 따라서 본 연구에서는 가열처리 유무에 따른 변화를 극명하게 비교하기 위해 항온수조의 온도를 75℃로 설정하였고, 막걸리의 온도가 75℃가 되는 시점부터 1시간 가열처리하였다(Fig. 1).

3. 향기성분 분석

미량 향기성분을 분석하기 위해 알코올의 영향을 최대한 배제하고자 흡착제를 이용한 분석방법을 이용하였다. 시료 250 mL를 증류수로 알코올 함량 6%가 되도록 희석한 후 흡착제(Amberlite XAD-2, Sigma-aldrich Co., St. Louis, USA)가 충진된 컬럼을 사용하여 전처리하였고, dichloromethane (Merck KGaA, Germany)를 사용하여 향기성분을 추출하였다. 추출된 향기성분은 농축기를 이용하여 5 mL로 농축하고 여과(0.2 μm, Millipore Co., Cork, Ireland)한 뒤, GC/MS(QP-2010, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 향기성분을 분석하였다. 분석용 컬럼은 HP-INNOWAX(60 m × 0.25 mm I. d. × 0.25 μm film thickness, J&W Scientific, Agilent Co., CA, USA)를 사용하였으며, Flame Ionization Detecter(FID)로 검출하였다. Column oven의 온도는 45℃(5 min holding), 230℃(10 min)로 프로그램하였다. Carrier gas는 헬륨 가스를 이용하였으며, flow rate는 30.0 cm/sec(linear velocity), split ratio는 5.0로 설정하였고, injector의 온도는 250℃, interface의 온도는 230℃로 하였다. 시료는 흡착제로 전처리한 후 여과(0.2 μm, Millipore Co., Cork, Ireland)하여 주입하였다. 데이터 값은 pick area total 값을 각 pick area 값으로 나눠 비율로 환산했고, 그 비율 값으로 XLSTAT(XLSTAT version 2014, SW soft, Paris, France)에서 요인분석(Factor analysis)을 통해 도표화 하였다.

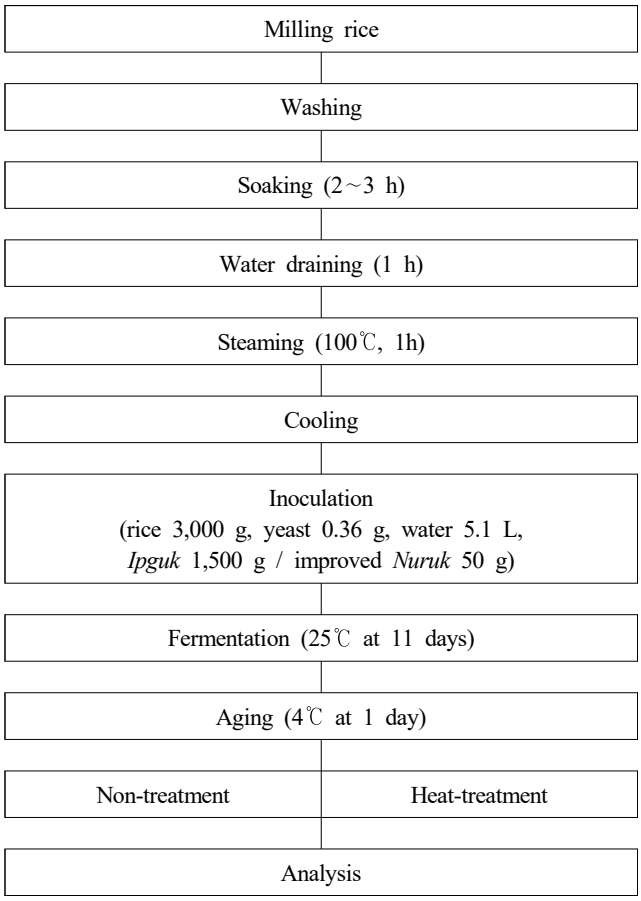


Fig. 1. Schematic diagram of *makgeolli* making using the *Ipguk* and improved *Nuruk*.

4. 다중 향기패턴(전자코) 분석

약주의 다중향기성분 분석은 0.5 mL를 10 mL Vial(Ls-Phs-Psck GmbH, Langerwehe, Germany)에 넣고, 40℃에서 30분간 500 rpm 으로 교반하여 전자코(Fast GC based HRACLES flash Electronic nose. Alpha Mos, AMcombi PAL, France)를 이용하여 측정하였다. 시료분석에는 두 개의 Column이 부착

된 HRACLES E-nose(DB5 apolar and DB1701 Slightly polar)가 사용되었으며, Flame Ionization Detecter(FID)로 검출하였다. Injection은 Syringe type(5.0 mL-HS)으로 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 pressure 39.0 psi로 하였다. 검출된 피크에 따라 discrimination power의 0.900이상과 RSD 20% 미만의 sensor를 선택하여 Alpha Mos software를 이용하여 판별분석법(Discriminant Function Analysis)과 SIMCA(Soft Independent Modelling of Class Analogy) method로 나타냈다. 시료분석 전 kovats(Custom Alkanes Blend Standard)를 이용하여 C6~C16까지의 피크(pick) 값을 얻어 standard로 이용하였다. 데이터 통계처리는 Alpha MOS Software를 사용하여 주성분분석(Principal component analysis)과 판별분석법(Discriminant Function Analysis)으로 나타내었다.

5. 막걸리 이취 및 가열취 관능평가

막걸리의 이취 및 가열취에 대한 평가를 진행하기 위해 국립농업과학원 발효식품과에서 실시한 우리 술 관능평가 훈련과정을 8주 이상 수료하여 막걸리의 이취 및 가열취에 대한 특성을 구분할 줄 아는 패널 10명과 그 외 일반 연구원 5명으로 구성된 15명의 패널이 참가하였다. 관능평가 방법은 가열취 및 이취가 적으면 1점, 많으면 10점으로 하였고, 가열취에 대한 표준물질은 본 연구에 사용된 쌀로 담근 막걸리를 직접 가열법으로 처리해 가열취를 극대화 시킨 것으로 사용하였다. 이후 평균값을 이용하여 2차 그래프로 나타내었고, 데이터 통계처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 18.0 for window, Seoul, Korea)를 이용하여 Duncan's multiple range test를 실시하여 $p<0.05$ 유의수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 향기성분 분석

본 실험에서 각 막걸리별 가열처리 전과 후의 향기성분은 Table 1과 같이 피크의 면적비율로 나타내었다. 동정된 막걸리의 향기성분을 분석한 결과, 발효제에 따라 차이가 있었지만, 대체적으로 Alcohol류(77.21~82.25%), Ester류(7.65~15.28%), Carbonyl류(2.70~8.93%), Acid류(2.38~5.02%), 그 외(0.00~0.23%) 화합물 순이었다. 분석결과, 얻어진 크로마토그램은 총 37종이였고. Alcohol 11종, Acid 8종, Carbonyl 5종, Ester 11종, 그 외 2종으로 검출되었다. Ethanol이 제거된 상태에서 Alcohol류에 주된 화합물은 Isoamyl alcohol, Isobutyl alcohol, Phenylethyl alcohol이었다. Isoamyl alcohol은 탁주의 주요 향기성분으로써(Lee TS & Han EH 2000), 바나나향의 감미성 방향을 지니며 맥주의 향미와 음용에 영향이 큰 고급 알코올 성분이다. 또한 입국 막걸리의 가열처리 전과 후 검출된 화합물의 개수는 31종으로 같았지만, Alcohol, Acid, Carbonyl류 화합물에서 변화를 보였다. 누룩 막걸리도 가열처리 전과 후가 28종으로 개수는 동일하게 검출되었지만, Acid, Carbonyl류 화합물의 검출f량에서 차이를 보였다.

주성분분석을 살펴보면, Ester 화합물을 제외한 Alcohol, Acid, Carbonyl, 그 외 화합물에서 제1주성분의 값이 크기 때문에 제1주성분을 중심으로 살펴보면, 입국 막걸리가 양의 방향으로 부하되고, 누룩 막걸리는 음의 방향으로 부하되어 서로 대칭을 이룬다. 막걸리는 다양한 화합물과 아미노산, 지방

Table 1. Volatile flavor components in the *makgeolli* making from starters (ratio, %)

Compounds		*Ipguk makgeolli*		*Nuruk makgeolli*	
		IP0[1)]	IP1	N0	N1
Alcohol	1-Propanol	1.114	1.024	0.766	0.807
	Isobutyl alcohol	22.979	22.977	24.108	24.848
	2-Propanol	0.012	0.032	0.000	0.000
	Isoamyl alcohol	36.346	37.005	39.972	39.648
	Isopropenylethyl alcohol	0.043	0.043	0.026	0.023
	2-Pentanol	0.072	0.091	0.060	0.069
	1-Hexanol	0.012	0.016	0.059	0.038
	1,2,3-Butanetriol	0.011	0.026	0.047	0.114
	2-Furanmethanol	0.013	0.026	0.008	0.014
	1,3-Propanediol	0.084	0.230	0.000	0.000

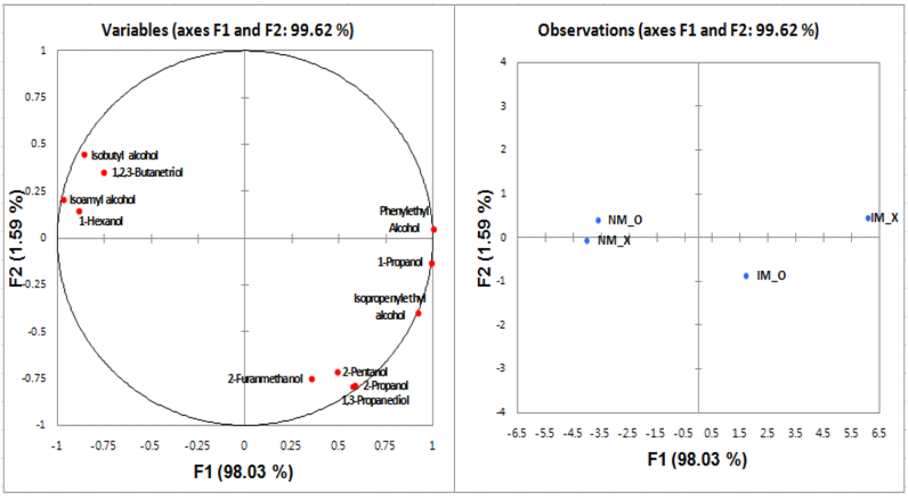
Table 1. Continued

Compounds		*Ipguk makgeolli*		*Nuruk makgeolli*	
		IP0[1)]	IP1	N0	N1
Alcohol	Phenylethyl alcohol	21.561	16.998	12.168	12.604
	Alcohol total	82.247	78.468	77.214	78.165
Acid	Propanoic acid	0.825	0.859	2.66	2.462
	Butyric acid	0.058	0.049	0.034	0.041
	n-Vareric acid	0.000	0.000	0.112	0.000
	Hexanoic acid	0.188	0.185	0.082	0.124
	n-Butyric acid	0.000	0.000	0.094	0.086
	n-Caprylic acid	0.092	0.068	0.047	0.085
	Benzenepropanoic acid	0.081	0.000	0.609	0.491
	Stearic acid	1.139	2.504	0.813	1.735
	Acid total	2.383	3.665	4.451	5.024
Carbonyl	Benzaldehyde	0.000	0.000	0.028	0.007
	Furfural	0.000	0.033	0.000	0.103
	2(3H)-Furanone	1.458	1.856	0.742	0.453
	2-Butanone	6.035	7.036	2.257	2.125
	Vanillin	0.000	0.000	0.032	0.010
	Carbonyl total	7.493	8.925	3.059	2.698
Ester	3-Ethoxypropyl acetate	0.061	0.077	0.000	0.000
	1-Methoxy-2-propyl acetate	0.170	0.184	0.048	0.058
	Isobutyl acetate	0.000	0.000	0.130	0.116
	Isoamyl acetate	1.552	1.584	0.450	0.532
	Hexanoate	0.115	0.094	0.054	0.040
	Succinate	0.924	0.408	4.659	3.178
	Acetoacetate	0.209	0.203	0.000	0.000
	Ethyl palmitate	1.593	3.275	0.932	0.402
	Ethyl hydrogen succinate	1.488	0.816	9.003	9.787
	2-Phenylethyl ester	1.486	1.883	0.000	0.000
	Phenethyl hexanoate	0.056	0.188	0.000	0.000
	Ester total	7.654	8.712	15.276	14.113
Other	Acetamide	0.049	0.032	0.000	0.000
	N-(3-Methylbutyl) acetamide	0.174	0.198	0.000	0.000
	Other total	0.223	0.230	0.000	0.000
Total		100.000	100.000	100.000	100.000

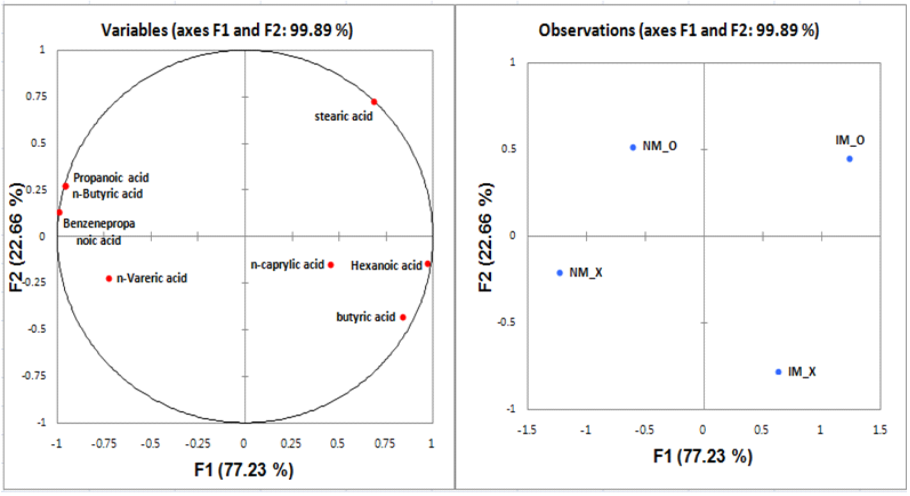
[1)] IM: *ipguk makgeolli*, NM: *nuruk makgeolli*, 0/1 mean: Non-treatment / Heat treatment.

산이 함유되어 있어 가열처리에 의해 비점이 낮은 화합물의 휘발과 비효소적 갈변이 촉진될 수 있다고 한다(Lee JG 등 2015). 가열처리 전과 후에 변화를 관찰하기 위해 요인분석(Factor analysis)으로 처리하여 발효제별 및 가열처리에 따라서 주요한 영향을 주는 요인을 분석하였고, Fig. 2로 나타내었다.

각각의 Alcohol 화합물은 총 99.62%로써, 제1주성분은 98.03%, 제2주성분은 1.59%의 영향력으로 변수가 작용된다. 입국 막걸리는 가열처리 이후 Phenylethyl Alcohol이 감소하였지만, 2-Furanmethanol는 증가하였다. 누룩 막걸리는 가열처리 후 1,2,3-Butanetriol이 증가하였다. Phenylethyl Alcohol은 장미, 오렌지 꽃과 같은 천연 정유에서 발견되며(Fukuda K 등 1990), 멥쌀(Lee TS & Choi JY 1998), 찹쌀탁주(Lee JS 등 1996)에서도 면적비율이 높게 나타났다. 탁주에서 검출된 휘발성 유기산 그 자체는 일반적으로 불쾌한 산패취이지만, 이들 유기산이 발효 중 생성되는 알코올과 결합하여 여러 종류의 에스테르를 형성하므로 미량 함유의 유기산이라도 탁주의 풍미 양성에 필요한 성분이다(Lee HS 등 2007). 따라서 Acid류의 영향을 살펴보면 제2주성분은 22.66%의 영향력을 가지지만, 가열 전 막걸리가 양의 방향으로, 가열 후 막걸리가 음의 방향으로 부하되어 대칭을 이루고 있다. Benzenepropanoic acid는 가열처리 후 입국 막걸리에서는 검출되지 않았고, 누룩 막걸리에서는 감소하였지만, Stearic acid는 두 막걸리 모두 증가하였다. 누룩 막걸리에서 n-Vareric acid는 가열처리 이후 검출되지 않았다. Carbonyl류의 제1주성분은 99.79%이고, Ester는 97.01%로 높은 영향력을 가지기 때문에, 가열처리 유무

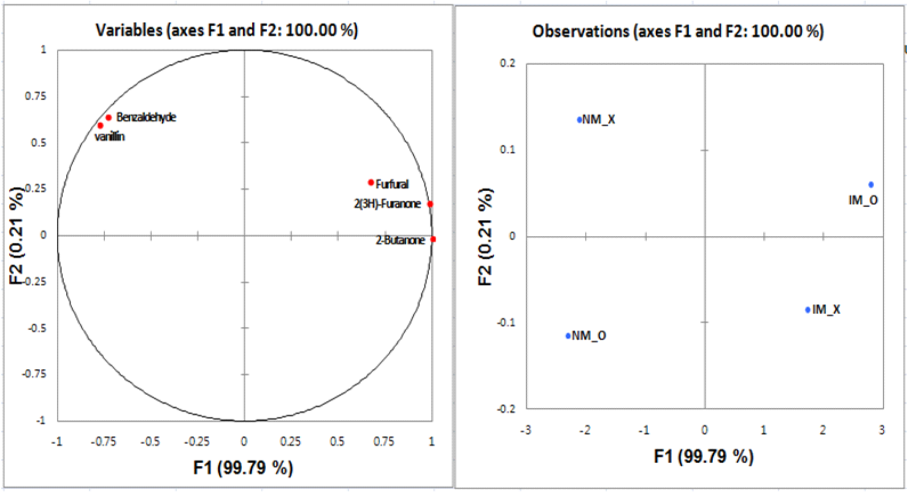


Alcohol compounds

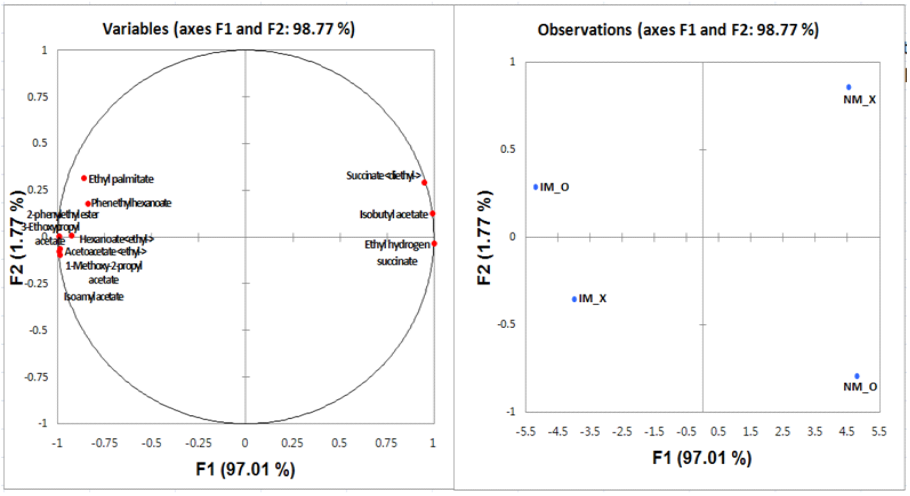


Acid compounds

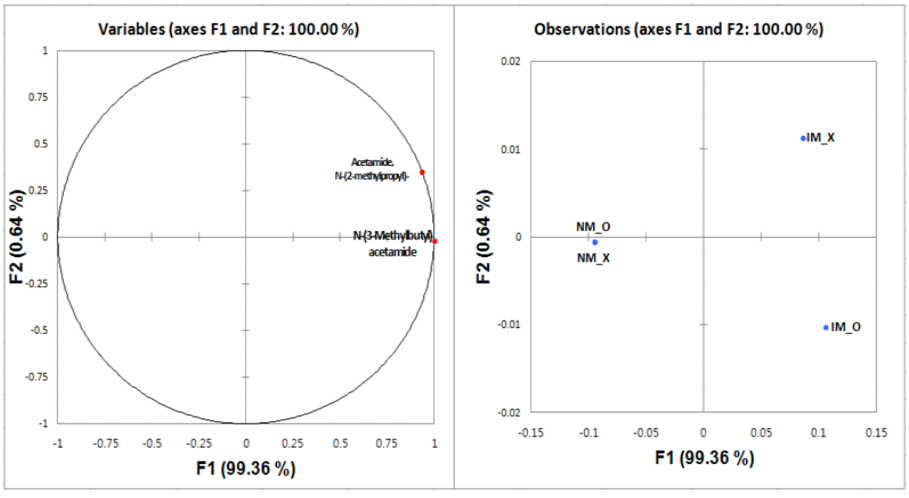
Fig. 2. Factor analysis of during volatile flavor components in the starters *makgeollis*.
IM: *ipguk makgeolli*, NM: *nuruk makgeolli*, 0/1 mean: Non-treatment / Heat treatment.



Carbonyl compounds



Ester compounds



Others compounds

Fig. 2. Continued.

에 따른 차이보다 발효제에 의한 차이가 큰 것으로 볼 수 있다. 먼저 carbonyl류를 보면 2(3H)-Furanone, 2-Butanone가 입국막걸리에서 더 많이 검출되었고, Benzaldehyde, Vanillin는 누룩 막걸리에서만 검출되었다. Ester는 입국막걸리에서 3-Ethoxypropyl acetate, Acetoacetate, 2-phenylethyl ester, Phenethyl hexanoate가 많이 검출되었고, 누룩 막걸리에서는 Isobutyl acetate, Succinate, Ethyl hydrogen succinate가 많이 검출되었다. 그 외 화합물에서는 Acetamide와 N-(3-Methylbutyl) acetamide가 입국 막걸리에서만 검출되었으며, 가열처리 유무에 따른 차이는 없다.

본 실험에서 가열처리에 의한 화합물의 변화 중 furfural이 가열처리 이후에 정성적인 검출이 확인되었다. Furfural은 비효소적 갈변 중 마이얄반응(Maillard reaction)의 중간 생성 물질이고, 유기산의 존재나 열에 의해 작용이 촉진되기도 한다. 당(carbonyl 화합물)과 아미노산에 의한 반응으로 amadori 전위 물질이 생성되고, 탈수에 의해 만들어진 Schiff's base에 아미노기와 축합반응에 의해 furfural 또는 HMF (hydroxymethylfurfural)이 생성된다고 한다(Martinez MC 등 2012). 따라서 본 연구에서의 향기성분은 가열처리 유무에 따른 차이보다 발효제의 특성에 의한 각 막걸리에 차이가 많았고, 영향을 주는 요인물질은 서로 다른 것으로 확인하였다(Table 1 및 Fig. 2).

2. 다중 향기패턴(전자코) 분석 결과

발효제별 막걸리의 가열처리 유무에 따른 다중 향기패턴을 객관적으로 나타나는 차이를 알아보기 위해 전자코를 이용하였고, 주성분분석과 판별분석으로 Fig. 3과 같이 나타냈다. 주성분 분석 결과를 보면 x축은 제1주성분이고, y축은 제2주성분으로 각각 73.67%, 20.38%로 제1주성분에 의한 구분이 더 크다. 따라서 가열처리를 하지 않은 처리구가 음의 방향으로 부하되고, 가열처리를 한 막걸리가 양의 방향으로 부하된 것을 알 수 있다. 이로써 가열처리로 인한 성분의 차이가 있는 것으로 유추할 수 있었다.

수많은 향기 복합물을 함유하고 있는 막걸리의 향기를 구분하기 위해 판별분석법으로 x축과 y축 2차원적으로 표현하여 나타냈다. DF1은 96.95%, DF2는 2.95%로써 DF1에 의해 구별되기 때문에, 입국 막걸리가 음의 방향으로 부하되어 있고 누룩 막걸리가 양의 방향으로 부하된 것을 통해 사용하는 발효제에 따라 다른 향기패턴을 나타내는 것을 알 수 있었다(Fig. 3).

3. 막걸리 이취 및 가열취 평가 결과

발효제에 따른 막걸리를 가열처리했을 때 가열취 및 이취의 발생 유무를 사람의 감각으로 차이를 느끼는지 알아보기 위해 향으로만 관능평가를 실시하여 Fig. 4와 같이 나타냈다. 맛에 대한 평가는 가열처리를 한 막걸리의 섭취 안전성이 확인되지 않았기 때문에 진행하지 않았다. Lee CH 등(1989)의 연구에서는 이취 중에 하나로 볼 수 있는 쉰내가 가열처리에 의한 생성이 유의적인 수준으로 증가하였고, 본 실험에서는 가열처리했을 경우 입국막걸리만 이취(t=−3.247**)와 가열취(t=−4.478***)의 차이가 유의적으로 나타났다. 반면 누룩 막걸리는 가열처리에 의해 이취취와 가열취의 차이가 유의적으로 나타나지 않은 것을 통해 사람의 감각으로는 차이를 느끼기 어렵다고 유추할 수 있다. 또한 발효제가 기존에 갖고 있던 이취(t=−3.274**) 강도의 차이도 유의적으로 있었다. 결과적으로 전자코를 이용한 판별분석 결과와 관능평가 결과를 통해 발효제 및 가열처리 유무에 따라 향의 차이가 있지만, 누룩 막걸리는 이취와 가열취를 사람의 감각으로는 느끼지 못한다고 판단할 수 있다(Fig. 4).

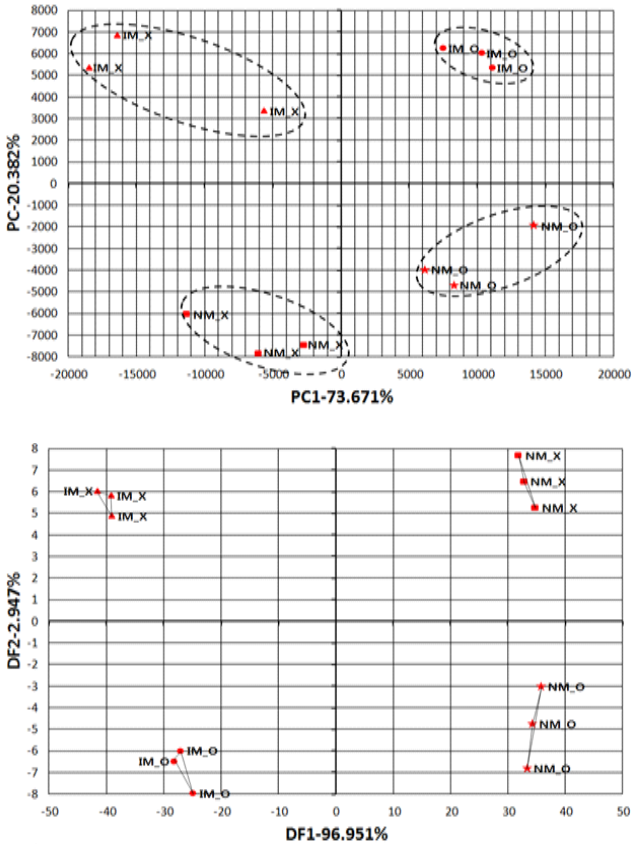


Fig. 3. Principal component analysis (PCA) and discriminant function analysis (DFA) of *makgeollis* making from starters using the electric-nose.
IM: *ipguk makgeolli*, NM: *nuruk makgeolli*, x/o mean: Non-treatment / Heat treatment.

요약 및 결론

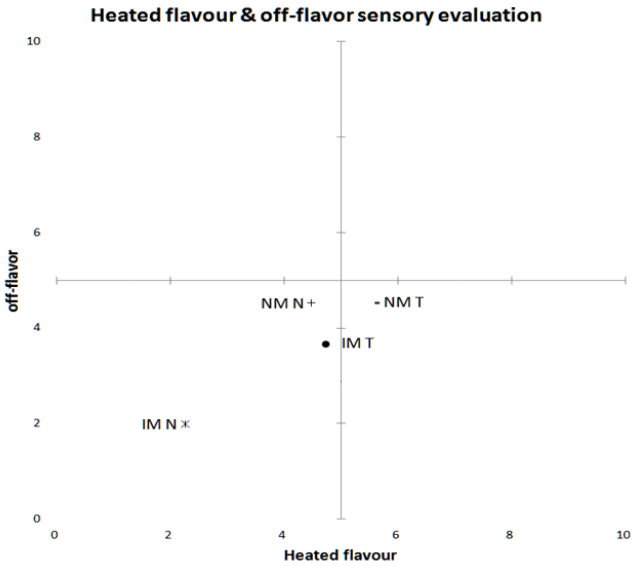


Fig. 4. Heated flavour & off-flavor sensory evaluation. IM: *ipguk makgeolli*, NM: *nuruk makgeolli*, N/T mean: Non-treatment / Heat treatment.

웰빙과 한류 열풍으로 한식의 세계화를 통해 우리 정부는 우리 전통술의 세계화 사업에도 힘쓰고 있는 상황이다. 그러나 생 막걸리는 유통과정 중 품질이 쉽게 변하고, 유통기한이 짧은 반면, 살균 막걸리는 유통기한이 상대적으로 긴 대신 품질이 떨어지는 단점을 가진다(Kim YT & Kim MS 2011). 따라서 본 연구에서는 살균 막걸리의 품질 향상을 위해 발효제에 따라 가열처리가 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 직접 막걸리를 담근 후 향기 특성을 분석했다. 먼저 GC/MS를 이용하여 향기성분을 분석한 결과, 입국 막걸리의 가열처리 전과 후 검출된 화합물의 개수는 31종으로 같았지만, alcohol, acid, carbonyl류 화합물에서 변화를 보였고, 누룩 막걸리도 가열처리 전과 후가 28종으로 개수는 동일하게 검출되었지만, acid, carbonyl류 화합물의 검출량에서 차이를 보였다. 주성분분석을 살펴보면, ester 화합물을 제외한 alcohol, acid, carbonyl, 그 외 화합물에서 제1주성분을 중심으로 살펴보면, 입국 막걸리가 양의 방향으로 부하되고 누룩 막걸리는 음의 방향으로 부하되어 서로 대칭을 이루었다. 다중 향기패턴의 주성분분석에서 제1주성분이 약 80%이고, 미가열처리구가 음의 방향, 가열처리구가 양의 방향으로 부하되어 있다. 판별분석에서는 입국 막걸리가 음의 방향으로 부하되고, 누룩 막걸리가 양의 방향으로 부하되어 있다. 마지막으로 가열처리 막걸리의 이취 및 가열취를 관능평가를 진행한 결과, 입국 막걸리만 이취($t=-3.247^{**}$)와 가열취($t=-4.478^{***}$)의 차이가 유의적으로 나타났지만, 누룩 막걸리는 사람의 감각으로는 느끼지 못했다. 위 분석들을 종합해 보면 발효제와 가열처리에 의해 향기 성분이 다름을 알 수 있었다. 그러나 향에 대한 관능평가를 통해 입국 막걸리만 이취 및 가열취가 사람이 느낄 정도였고, 누룩 막걸리는 사람이 느끼기엔 그 강도가 약했다. 따라서 살균막걸리를 제조할 때는 발효제로써 입국을 선택했을 때 품질 향상 효과를 기대할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ011353)의 지원에 의해 이루어진 것으로 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

Fukuda K, Watanabe M, Asano K, Ueda H, Ohta S (1990) Breeding of brewing yeast producing a large amount of β-phenylethyl acetate. Agric Biol Chem 54(1): 269-271.

Ha DM (1998) Fermentation Engineering. Shinkwang Publichers, Seoul, Korea. pp 370-371.

Jeon MH, Lee WJ (2011) Characteristics of blueberry added *makgeolli*. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(3): 444-449.

Jung SE, Kim SH (2015) Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from commercial raw *makgeolli*. Korean J Food Sci Technol 41(1): 44-50.

Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH (2007) pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *takju* during fermentation. Korean J Food Sci Technol 39(3): 266-271.

Kim SY, Kim EK, Yoon SJ, Jo NJ, Jung SK, Kwon SH, Chang YH, Jeong YH (2011) Physicochemical and microbial properties of Korean traditional rice wine, *makgeolli*, supplemented with cucumber during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(2): 223-228.

Kim YT, Kim MS (2011) *Makgeolli's* character for the globalization. J Tourism Leisure Res 23(6): 333-349.

Lee CH, Lee HD, Kim JY, Kim KM (1989) Sensory quality attributes of *takju* and their changes during pasteurization. J Korean Soc Food cult 4(4): 405-410.

Lee HS, Lee TS, Noh BS (2007) Volatile flavor components in the mashes of *takju* prepared using different yeasts. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(6): 593-599.

Lee JG, Moon SH, Bea KH, Kim JH, Choi HS, Kim TW, Jeong C (2015) Sensory and component of distilled spirits. Vol Ⅰ. pp 365-468. In: Distilled spirits. Kwangmoonkag Publichers, Paju, Korea.

Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS (1996) Volatile flavor com-

ponents in mash of nonglutinous rice *takju* during fermentation. J Korean Soc Appl Biol Chem 39(40): 249-254.

Lee MS (2012) Changes of physico-chemical, sensory and volatile profiles of commercial *Makgeolli* during storage. Sejong University, Seoul, Korea.

Lee SJ, Shin WC (2011) Physiological functionalities of *makgeolli*(Korean Paradox). Food Science and Industry 44(4): 2-11.

Lee TS, Choi JY (1998) Volatile flavor components in *takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. Korean J Food Sci Technol 30(3): 638-643.

Lee TS, Han EH (2000) Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using *Rhizopus japonicus nuruks*. Korean J Food Sci Technol 151(3): 691-698.

Martinez MC, Corzo N, Vilamiel M, Castil O (2012) Browning reaction. Vol Ⅰ. pp 62-67. In: Food Biochemistry and Food Processing. Wiley Blackwel, New Jersey, USA.

Min JY, Kim NY, Kim US, Han MJ (2015) The quality characteristics of pasteurized ginseng *makgeolli* added with different concentration of ginseng powder. J Korean Soc Food cult 30(6): 757-765.

Park CS (2012) Sensory characteristics and volatile compounds analysis of commercial sterilized *makgeolli*. Sejong University, Seoul, Korea.

Park YD (2016) Comparative study on the physicochemical and sensory properties of heat treated and draft *Makgeolli*. Chonbuk University, Jeonju, Korea.

Ryu IS (2014) Korean Alcoholic Beverages Textbook. Gymoon Publichers, Paju, Korea. pp 225.

Yeo SH, Jeong YJ (2010) Current trends and development a plan in the Korean *makgeolli* industry. Food Science and Industry. 43(4): 55-64.

Date Received Nov. 20, 2017
Date Revised Dec. 13, 2017
Date Accepted Dec. 19, 2017