

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.6.631>

JCCT 2022-11-77

대한민국 대표 전통주 탁주의 알코올 도수 분석

Alcohol content analysis for Takju, a representative traditional liquor in Korea

오창환*

Oh Chang-Hwan*

요약 막걸리라고도 불리는 전통 병행복발효주 탁주의 중요한 규격인 알코올분은 풍미와 연관이 깊은 요인이다. 알코올분 분석은 증류과정과 주정계 측정으로 구성된 부칭법이 주로 사용되고 있다. 본 연구에서는 GC법을 개선하여 신뢰성을 검증한 후 시중 유통 탁주 14종의 알코올분을 부칭법과 개선된 GC법으로 분석하였다. GC법의 정밀성 및 정확성은 만족스러운 수준이었으며, 정량한계 및 정성한계는 0.5도 및 0.1도로 확인되었다. 표시도수 ± 1 을 초과한 비살균 탁주 3종 중 표시도수 6.0도를 초과하는 9.9도 (GC법) 및 10.1도 (부칭법)로 측정된 1종을 제외한 나머지는 -1.1도를 초과하였으나, 분석법의 에러범위에 해당되는 수준이었다. 14종 탁주의 알코올분 평균 정밀도 (%RSD)는 부칭법 36.2%에 비하여 GC법이 12.8%로 우수하였다. 본 연구에서 개선된 GC법은 넓은 범위의 탁주 중 알코올분 규격 관리 및 개선에 효율적 사용이 가능할 것으로 평가되었다.

주요어 : 탁주, 막걸리, 알코올분, 부칭법, GC법, 규격개선

Abstract Alcohol content, which is an important standard for Takju, a traditional multiple parallel fermentation liquor called makgeolli, is a factor that can affect the flavor. For alcohol content analysis, the distillation/hydrometry technique is mainly used. In this study, we analyzed the alcohol content of 14 commercially available Takju by the distillation/hydrometry technique and the improved GC method, respectively, after verifying the reliability of improved GC method. The precision and accuracy of the GC method were satisfactory, and LOQ and LOD were evaluated as 0.5% and 0.1% of ethanol contents, respectively. Among the three Takju exceeding the labelled alcohol content ± 1 , one Takju was quantitated as alcohol content 9.9% (by GC method) and 10.1% (distillation/hydrometry technique) exceeding labelled 6.0%. It was within the analytical error range of alcohol content for other two Takju, where the alcohol contents were exceeded -1.1%. The average precision (%RSD) of 14 Takju analyzed by the distillation/hydrometry technique (36.2%) and the GC method (12.8%), confirming that the GC method was better than the other. The improved GC method was evaluated to be effective in managing and improving the alcohol content standard of Takju with the wide range of alcohol content.

Key words : Takju, Makgeolli, Alcohol Content, Distillation/Hydrometry Technique, GC, Standard Improvement

*정회원, 세명대학교 바이오식품영양학부 교수 (단독저자)
접수일: 2022년 8월 25일, 수정완료일: 2022년 9월 25일
게재확정일: 2022년 10월 10일

Received: August 25, 2022 / Revised: September 25, 2022

Accepted: October 10, 2022

*Corresponding Author: och35@semyung.ac.kr

Bio Food and Nutrition Science, Semyung Univ., Korea

I. 서론

2021년 우리나라의 탁주 수출은 금액으로 2020년 대비 약 27% 증가를 나타내었다. 수출량이 감소하고 있는 국산 소주 및 맥주 대비, 과실주, 약주 청주 등과 함께 탁주의 수출량 증가 원인은 국제적인 한류의 영향으로 추측된다 [1]. 탁주의 인기는 국내에서도 예외가 아니다. 기존 저가 주류로 평가 받던 탁주는 고급화 및 디자인 혁신 등으로 MZ세대를 사로잡으면서, 중국발 코로나 바이러스로 인한 홈술·혼술 트렌드를 주도하고 있다 [2]. 이들 프리미엄 탁주 대부분은 소규모 양조장에서 제조되며, 길게는 4~5개월의 숙성 기간을 거친다. 인공감미료를 사용하지 않기 때문에 이들 프리미엄 탁주는 종종 희석을 하지 않거나, 낮은 비율로 희석함으로써 자연스레 알코올분이 높아져, 심지어는 18도의 탁주가 15만원에 출시되어 완판된 소식도 전해진다 [3]. 2010년 주류 안전관리업무는 식품의약품안전청으로, 그리고 주류 산업진흥업무는 농림수산식품부로 이관되었으나, 세원관리의 핵심인 알코올도수의 관리는 국세청의 독점 주류행정 사안이다 [4]. 막걸리라고도 불리는 전통 병행복발효주 탁주는 주원료인 쌀 등 곡류를 찹지, 증자한 후 황국균을 배양한 누룩으로 발효 및 숙성시켜 제조한다 [5]. 자연발효후의 알콜도수 14~16도인 탁주 원액을 6~8도 수준으로 희석하여 유통되며, 알콜도수 1도 미만의 무알콜성 탁주는 비주류로 분류되어 낮은 알콜도수의 정밀한 관리가 필요하다. 1949년 주세법 제정 당시 탁주의 알코올분은 8도 이하로 규격 제시하였으나, 1969년 6도 이상, 1989년 6도 이상 8도 이하로 변경되었고 1991년 8도 이하 규정이 폐지된 후, 최종적으로 2003년 탁주의 알코올 도수 제한은 폐지되었다 [6].

II. 연구배경

알코올분 함량은 주류의 풍미와 연관이 깊은 중요한 요인으로서, 이는 알코올의 마취효능 그리고 삼차 감각의 자극 요인 및 물에 대하여 상대적으로 낮은 극성 요인 등에 기인할 수 있다 [7]. 때문에 유통과정에서 발효가 계속되는 비살균탁주의 알코올분 관리는 주세법 준수 뿐만 아니라, 탁주의 품질에 대한 소비자 신뢰도 향상에 있어 매우 중요하다. 주세법 상 “알코올분 도수는

섭씨 15도에서 전체용량 100분(分) 중에 전체 용량에 포함되어 있는 알코올분의 용량”으로 한다. 주류의 알코올분 도수는 최종제품에 표시된 알코올분 도수의 0.5도까지 그 증감을 허용하되, 살균하지 않은 탁주, 약주는 추가로 0.5도까지 증가를 허용하고 있다 [8]. 국세청 주류면허지원센터는 탁주 등 모든 주류의 주류제조장 시설 기준으로 알코올분 분석을 위한 간이증류기 및 “주정계 (0.2도 눈금, 0~30도)”를 이용한 부칭법을 제시하고 있다 [9]. 부칭법은 시설 비용이 저렴한 장점이 있으나, 실험자의 숙련도에 따른 정밀도 저하 가능성이 있다. 최근 무알콜성 탁주의 소비층이 늘어남에 따라, 탁주의 높은 알코올분 뿐만 아니라, 낮은 알콜도수의 정밀한 관리 또한 필요한 상황이다. 본 연구에서는 주류분석규정 상 알코올분이 2도 이하인 경우에 사용토록 하고 있는 가스크로마토그래피 (gas chromatography, GC) 기기분석법을 개선·적용하고, 부칭법과 비교한 시판 탁주의 알코올분 규격·품질 평가를 통해 대표 전통주 탁주의 품질 관리 방안을 제시하고자 한다.

III. 연구방법

1. 실험대상 탁주

분석대상 탁주 14종은 종별로 3병 이상을 중복 제천 소재 대형 마트 3곳에서 각각 구매하였다. 탁주에 표시된 알코올분은 6~14도 수준이었으며, 살균 탁주 2종을 제외한 나머지 12종은 모두 비살균탁주였다. 분석법 신뢰성 확인을 위해서는 무알콜탁주 (발왕산막걸리제료, 일화)를 온라인으로 구매하여 사용하였다. 모든 시료는 -20℃ 냉동고에 보관하였으며, 사용 전 -4℃ 냉장고에서 12시간 방치하고 상온에서 6시간 방치한 후 부드럽게 흔들어, 침전물을 고루 혼재시켜 사용하였다.

2. 알코올분 분석법

알코올분 분석은 기존 부칭법과 개선된 GC법을 사용하였다.

1) 부칭법

부칭법은 ‘주류제조자를 위한 가이드북 2022’의 분석법에 따라 분석하였다 [10]. 균질화시킨 탁주시료 100mL중 약 70mL의 증류액이 회수될 때까지 증류한 후 100mL 매스실린더로 옮기고 100mL까지 증류수로

정용하여 섞은 후 온도를 측정하였다. 알코올분은 “주정계 (DK-AL-S/L, Daekwang, Inc., Seoul, Korea)”를 매스실린더안에 부유시켜 측정하였으며, 주류분석규정에 따라, 15°C 기준의 알코올분으로 환산하였다.

2) GC법

불꽃이온화검출기 (Flame Ionization Detector, FID) 가 장착된 Agilent 7890GC를 사용하였으며, “DB-624 (60 m × 0.25 mm I.D., 1.4 μm film thickness)” 모세관컬럼을 사용하였다. 이동상은 질소 1 mL/min의 constant flow mode를 사용하였다. 시료주입은 240°C에서 시료용액 1μL를 분할비 15:1로 주입하였다. 시료주입구의 liner는 불활성화시킨 유리솜이 장착된 ultra inert split liner (5190-2294, Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였다. 오븐은 40°C에서 2분간 머문 후 240°C까지 10°C/min의 속도로 올려준 후 10분간 유지하였다. FID는 240°C에서 운용하였다 [11].

3) GC법에 의한 탁주 알코올분 정량 시험법 검증

알코올분 분석을 위한 에탄올 시험 용액은 15도 기준 에탄올 (특급, 99.9%, Duksan general science, Seoul, Korea) 50mL (24도 기준으로 환산 시 49.2mL)를 100mL 정량플라스크에 취한 후 증류수로 표선까지 채워 50%(v/v) 에탄올 표준 용액을 제조하였다. 내부표준 용액으로 사용한 아세토니트릴 (acetonitrile, ACN)은 100mL 정량플라스크에 5g을 정밀하게 측정 후 증류수로 표선까지 채워 50%(w/v) 표준 용액으로 제조 사용하였다. 에탄올 검량선은 “0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0 및 20.0%” 용액을 고농도에서 저농도로 희석하여 제조하였으며, 각 용액별로 ACN이 5% 포함되도록 하였다. 정량한계 (limit of quantitation, LOQ) 및 정성한계 (limit of detection, LOD) 측정을 위해서는 아래 식과 같이 3회 이상 반복분석하여 얻은 검량곡선의 기울기 (S) 및 y축 절편 (σ)의 평균값으로 계산하고, 해당 농도의 에탄올 용액을 GC로 분석하여 검증하였다.

$$LOQ = 10 \times \frac{\sigma}{S}$$

$$LOD = 3 \times \frac{\sigma}{S} \quad [12]$$

분석 정밀성 및 정확성 검증을 위해서는 무알콜탁주 중 알코올분을 우선 정량하였다. 해당 알코올분이 분석 정밀성 및 정확성 등에 영향을 끼치지 않는 것을 확인한 후 무알콜막걸리에 에탄올을 첨가하여 회수율 및 반복 분석에 의한 정밀성을 검증하였다.

4) 탁주 시료의 전처리

GC에 의한 시판 탁주 중 알코올분 정량을 위한 원심분리 전처리법 적용을 위해서는 “탁상형원심분리기 (Combi R514R, Hanil Science Co., Daejeon, Korea)”를 사용하였다. 15mL conical tube에 10mL의 균질화된 탁주 시료를 첨가하고 30분간 원심분리하였다. 전처리된 용액은 PTFE membrane syringe filter (0.45μm, 13mm, Advantec, Dublin, CA, USA)로 거르고 GC에 주입하였다. 내부표준물질 ACN의 첨가 시점으로, 최초 시료에 첨가 (surrogate) 또는 GC 주입 전 시료에 첨가 (syringe internal standard (IS))하는 두가지 방법을 비교하였다. 두가지 방법 모두 내부표준물질 ACN은 용액 전체에 5% 수준으로 첨가하였다. 원심분리 속도에 의한 알코올분 정량값의 차이를 관찰하기 위해서는 두 가지 서로 다른 원심분리 속도 (1067 및 11850 ×g)에 따른 알코올분 정량 결과 차이를 비교하였다.

5) 통계처리

최소 3회 이상 반복 분석한 결과의 평균, 상대표준편차 (Relative standard deviation, %RSD)등의 통계처리는 Sigma Plot 13버전 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)를 사용하였다.

IV. 연구결과

1. 탁주 중 알코올분 분석 GC법 시험법 검증결과

1) 원심분리 조건에 따른 알코올분 차이

저속 (1308 ×g) 또는 고속 (20929 ×g) 원심분리를 이용해 전처리한 후 DB-624 모세관컬럼으로 분석한 탁주의 GC 크로마토그램은 그림 1과 같다.

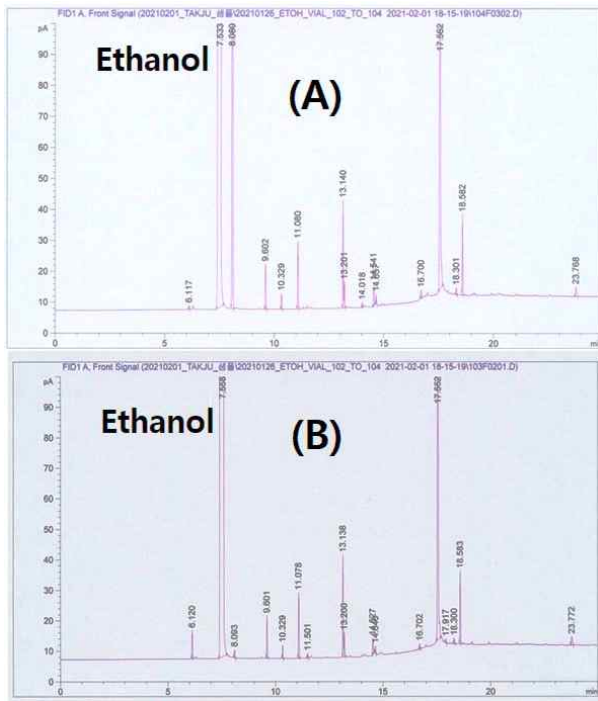


그림 1. 원심분리 전처리한 탁주의 GC 크로마토그램 (A) 1308 ×g에서 30분 원심분리 (B) 20929 ×g에서 30분 원심분리 (×g 는 times gravity를 의미함)

Figure 1. GC chromatogram of Takju pretreated by 30 min centrifugation at (A) 1308 ×g and (B) 20929 ×g (×g means times gravity)

GC 오븐 240℃에 도달한 22분 이후에도 탁주 중 휘발성분들이 용출되는 것을 감안해 240℃에서 최소 10분 이상 유지하였다. 에탄올 피크는 7.6min에서 다른 성분 피크와 겹치지 않고, 용출되었으며 고속 및 저속 원심분리에 따른 에탄올 피크 면적 차이는 없는 것으로 확인되어 이후 실험은 모두 1308 ×g에서 30분 원심분리하는 조건으로 수행하였다.

2) 정량곡선 및 LOQ·LOD

정량 범위 0.5 ~ 20%의 에탄올 (5% ACN 포함)에 대한 GC 정량곡선은 그림 2와 같다. 직선성을 나타내는 상관계수 (R²)는 0.999로 1에 가까운 수준이었다.

GC를 이용한 정량분석의 최저 한계를 나타내는 LOQ는 0.04% (400ppm) 그리고 정성분석의 최저 한계인 LOD는 0.01% (100ppm)로 계산되었으며 실제 분석을 통하여 확인한 LOQ 및 LOD는 0.001% (10ppm) 및 0.0001% (1ppm) 수준까지 가능하여 1% 미만의 무알콜성 주류 중 에탄올분 정량분석에도 적합하였다.

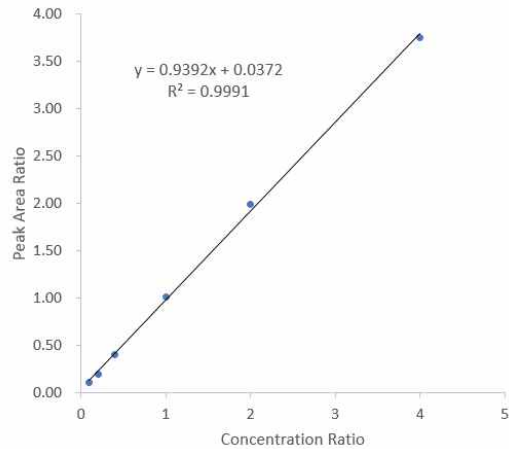


그림 2. GC를 이용한 에탄올 정량곡선
Figure 2. GC standard curve of ethanol

3) 정밀성 및 정확성

살균탁주를 대상으로 내부표준법에 의한 에탄올의 정량분석 정밀도를 확인하기 위해 최초 탁주 시료에 ACN을 첨가한 surrogate 및 GC 분석 직전 첨가한 syringe IS 방법을 비교하였다. 모든 시료는 동일한 병(bottle)에서 취하여 5회 이상 반복 분석하였다. Surrogate법 및 syringe IS법으로 분석한 결과의 정밀도는 각각 0.60% 및 0.34%로 만족스러운 수준이었다. 본 연구에서는 syringe IS방법을 이용한 내부표준법으로 정량분석을 진행하였다. 정밀도 및 정확도 측정을 위해 탁주 매질로 사용할 무알콜탁주 중 알코올분을 정량한 후 에탄올을 5% 및 10% 수준으로 각각 첨가하여 반복 정량 분석한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 무알콜탁주 중 알코올 함량 및 정량분석 정밀도 (5 및 10%는 무알콜탁주에 임의로 첨가한 알코올 %)

Table 1. Precision data of quantitated alcohol % for Non-alcoholic Takju (5 and 10% alcohol% of non-alcoholic Takju matrix by alcohol fortification)

	EtOH Zero Takju	5% EtOH spiked Zero Takju	10% EtOH spiked Zero Takju	Sterilized Takju
Mean EtOH%	0.15	5.16	10.03	5.5
%RSD	0.82	0.58	0.39	0.60

무알콜탁주 중 알코올분 0.15%에 대한 %RSD는 0.82%였으며, 무알콜탁주에 에탄올을 5% 또는 10% 수준으로 첨가한 시료의 %RSD는 각각 0.58% 및 0.39%였다. 또한 살균 탁주를 10회 반복 분석한 %RSD는

0.60%로 확인되어 4종 시료 모두 %RSD 1% 미만의 만족스런 정밀도를 확인하였다.

정확도는 시료에 첨가한 에탄올 함량 대비 GC를 이용한 정량분석 결과값의 비율로 평가하였다. 무알콜탁주에 에탄올을 5% 및 10% 수준으로 첨가하여 GC법으로 정량분석한 결과 각각 에탄올 함량은 5.16% 및 10.03%로 회수율은 각각 103.2% 및 100.3%였다. 무알콜탁주 중 에탄올분 0.15%를 감안할 때 회수율은 100.2% 및 98.8%로, 만족스런 정확성을 확인하였다.

2. 시판 탁주 중 알코올분 정량분석 결과

표 2. 부침법에 의한 시중 탁주 중 알코올분 정량 분석결과
 Table 2. Quantitative results of ethanol % by distillation & hydrometry technique

Sample Code	Label EtOH%	Detected EtOH%	Difference ^a	Violated? ^b
M-01	5.0	5.2±3.1 ^c	+0.2	No
M-02	6.0	5.6±2.0	-0.4	No
M-03	6.0	6.9±3.0	+0.9	No
M-04	6.0	5.7±3.3	-0.3	No
M-05	6.0	5.5±3.5	-0.5	No
M-06	6.0	5.0±2.9	-1.0	No
M-07 ^d	6.0	5.7±0.5	-0.3	No
M-08 ^d	6.0	6.0±1.3	-0.1	No
M-09	6.0	5.7±0.5	-0.3	No
M-10	6.0	6.0±0.4	0.0	No
M-11	6.0	4.9±3.1	-1.1	Yes
M-12	6.0	9.9±1.9	+3.9	Yes
M-13	7.8	7.0±1.4	-0.8	No
M-14	10.0	9.6±2.0	-0.4	No

- a) Difference between ethanol% from label and analysis
- b) If the difference^a is larger than ±1 for non-sterilized Takju or ±0.5 for sterilized Takju, it is violated "Yes"
- c) The value is the mean plus standard deviation (SD).
- d) These samples are sterilized Takju while others are non-sterilized Takju

14종의 시판 탁주 종류별 3병에서 각각 취한 시료 중 알코올분을 부침법과 GC법으로 각각 분석하였다. 탁주 14종 중 2종만 살균탁주였고, 나머지 12종은 모두 비살균탁주였다. 이들 탁주에 표시된 알코올분은 최저 5도에서 최고 10도였다. 부침법으로 측정된 탁주 14종

의 정량분석 결과는 표 2에 나타내었다. 비살균탁주에 대한 알코올분 기준범위인 ±1도를 초과한 제품은 2종이었다. 동일한 종류의 탁주 별 서로다른 병에 따른 분석 결과의 표준편차는 최소 0.4~3.5 수준으로, 알코올분 평균값에 대한 백분율로 표시한 %RSD는 14종 탁주에 대하여, 평균 36.2%의 높은 편차가 관찰되었다. 반면, GC법으로 측정된 탁주 14종의 정량분석 결과 (표 3)에서 확인된 알코올분의 %RSD는 평균 12.8%였다.

표 3. GC법에 의한 시중 탁주 중 알코올분 정량 분석결과
 Table 3. Quantitative results of ethanol % by GC

Sample Code	EtOH% in Label	Detected EtOH%	Difference ^a	Violated? ^b
M-01	5.0	5.4±0.3	+0.4	No
M-02	6.0	5.5±1.4	-1.5	No
M-03	6.0	6.4±0.6	+0.4	No
M-04	6.0	5.6±0.4	-0.5	No
M-05	6.0	5.5±0.5	-0.5	No
M-06	6.0	5.9±0.5	-0.1	No
M-07 ^c	6.0	5.5±0.5	-0.5	No
M-08 ^c	6.0	5.0±0.7	-1.0	No
M-09	6.0	5.3±0.8	-0.7	No
M-10	6.0	5.9±0.3	-0.1	No
M-11	6.0	6.3±0.5	+0.3	No
M-12	6.0	10.1±2.4	+4.1	Yes
M-13	7.8	6.7±1.9	-1.1	Yes
M-14	10.0	9.4±1.0	-0.6	No

- a) Difference between ethanol% from label and analysis
- b) If the difference^a is larger than ±1 for non-sterilized Takju or ±0.5 for sterilized Takju, it is violated "Yes"
- c) The value is the mean plus standard deviation (SD).
- d) These samples are sterilized Takju while others are non-sterilized Takju

비살균탁주의 알코올분 기준범위인 ±1도를 초과하는 제품들 중 M-12 시료는 부침법 및 GC법으로 분석한 알코올분이 각각 9.9도 및 10.1도로 표시 도수 6.0도를 각각 +3.9도 또는 +4.1도 초과하여 규격에 부적합한 것으로 나타났다. 기타 알코올분 규격을 초과한 제품들은 알코올분 기준범위인 ±1도를 -0.1도 초과한 M-11 (부침법) 및 M-13 (GC법)이었으며, 서로 다른 분석법으로 분석한 결과는 표시도수의 ±1도 이내로 적합이었다.

V. 결 론

시중 유통 탁주 14종 중 알코올분을 국세법에서 정한 부침법과 개선된 GC법으로 정량분석한 결과, 3종 탁주가 비살균탁주의 알코올분 기준범위인 ± 1 도를 초과하는 것으로 나타났으나, M-12 탁주 1종만이 +3.9도 또는 +4.1도 초과하여 표시도수 6.0도 대비 +40.8% (GC법) 또는 +65.3% (부침법) 수준의 큰 차이를 나타내었다. -1도를 초과하여 부적합으로 판정된 M-11 및 M-13은 서로다른 분석법에서는 각각 6.3도 및 7.0도로 적합이었다. 부침법으로 분석한 M-11의 경우는 반복분석에 따른 편차가 ± 3.1 로 (%RSD 62.8%) 높은 수준이었다. 분석법의 정밀성 결과에는 탁주의 서로 다른 병에 따른 알코올분 품질의 불균일성 및 실험자의 우연오차 등이 포함된다. M-11의 GC법에 의한 알코올분 6.3도의 편차 ± 1.9 (%RSD 8.6%)를 고려할 때 해당 제품은 부침법의 분석 오차가 상당 부분 반영된 것으로 보인다. 증류 단계에서 증류액의 회수량 차이 등이 부침법의 정밀성에 부정적 영향을 줄 수 있을 것으로 추정된다. 제품 출하 후에도 발효가 계속 진행되는 비살균탁주의 경우, 출하 전후 운송 및 보관 조건에 따른 발효의 차이 등으로 제품별 알코올분의 차이가 날 가능성이 있다. 때문에 비살균탁주의 알코올분 기준은 표시도수에 대한 알코올분 비율로 확대하여 체계화 시킬 필요가 있다. 본 연구에서 개선된 GC법은 전처리 단계가 간단하며, 넓은 알코올분 범위에서 정밀성 및 정확성이 우수하여, 무알콜탁주 중 미량 알코올분 뿐만 아니라, 고농도의 알코올분 탁주 시료까지 알코올분 품질 관리 및 개선에 효율적 적용이 가능할 것으로 평가된다.

the Liquor Tax Act,” Korea Institute of public finance, Seoul, Korea, 2012.

- [5] N. G. Lee, “Physicochemical Characteristics and Antioxidant Activity of Makgeolli,” J Convergence Cult Technol, Vol. 6, No. 4, pp. 739–745, 2020. <https://doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.4.739>
- [6] Man reading liquor, “How come it is not 6% alcohol? - Jipyong Saengmakgeolli Rice Makgeolli,” 2020. <https://ctulhu00.tistory.com/14>
- [7] C. M. Ickes, K. R. Caadwallader, “Effect of ethanol on flavor perception of Rum,” Food Sci Nutr, Vol. 6, pp 912–924, 2018. <https://doi.org/10.1002/fsn3.629>
- [8] The Liquor Tax Law, [Implementation Jan. 1st, 2022] [Law 18593, Dec. 21st, 2021., Revision of a Part], 2021. <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95EB%A0%B9/%EC%A3%BC%EC%84%B8%EB%B2%95>
- [9] NTS, “Alcohol analysis regulations,” National Tax Service Order 2221, Korea, 2017.
- [10] NTS LLSC, “A guidebook for brewer,” pp 35, NTS Liquor License Support Center, Seogwipo-si, Jeju, Korea, 2022. <https://i.nts.go.kr/llsc/na/ntt/selectNttInfo.do>
- [11] C. H. Oh, “Simultaneous Gas Chromatographic Quantitation Of Ethanol And Methanol From Beer,” Int J Sci Technol Res, Vol. 9, No. 02, pp 3249–3253, 2020.
- [12] G. W. Latimer, “Official methods of analysis of AOAC International,” AOAC International, Rockville, MD, USA. 2016.

※ 본 연구는 2022년 세명대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었으며, 선행 실험에 도움을 준 김성현 군에게 감사드립니다.

References

- [1] KaTi, “Makgeolli,” Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, 2022. <https://m.kati.net/product/basisInfo.do?lcdCode=MD172>
- [2] J. H. Lee, “The golden age of makgeolli, ‘Premium 2030 led’,” 2021. <https://www.ajunews.com/view/20210120114816076>
- [3] W. Myung, “150,000 won makgeolli sold out, premium traditional liquor market is on fire,” Magazine dongA, 2020. <https://weekly.donga.com/List/3/all/11/2196649/1>
- [4] KIPF, “Research on Liquor Administration under