

# 다양한 원료 곡물로 제조한 막걸리의 항산화활성 및 품질특성

성지연<sup>1\*</sup>, 이익희<sup>2</sup>, 김명진<sup>3</sup>, 김현정<sup>3</sup>, 신지혜<sup>3</sup>, 이선화<sup>3</sup>

<sup>1</sup>극동대학교 임상병리학과 교수, 미생물자원연구소장, <sup>2</sup>극동대학교 미디어영상제작학과 교수, <sup>3</sup>극동대학교 임상병리학과 학생

## Antioxidant Activity and Quality Properties of *Makgeolli* Brewed with Various Raw Material Cereals

Ji-Youn Sung<sup>1\*</sup>, Ikheui Lee<sup>2</sup>, MyungJin Kim<sup>3</sup>, Hyeonjeong Kim<sup>3</sup>, Jihye Sin<sup>3</sup>, Seonhwa Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Biomedical Laboratory Science, Director, Microbiological Resource Research Institute, Far East University

<sup>2</sup>Professor, Department of Film & Television, Far East University

<sup>3</sup>Student, Department of Biomedical Laboratory Science, Far East University

**요약** 본 연구에서는 고부가가치 막걸리 개발을 위해 4가지 원료 곡물(밀가루, 팽화미분, 멥쌀, 및 찰쌀)로 한국 전통막걸리를 제조하였다. 기능성소재로의 개발 가능성 조사를 위해 제조한 막걸리를 대상으로 이화학적 성분, 페놀, 플라보노이드, 및 비타민 함량, 그리고 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거활성을 측정하였다. 팽화미분 막걸리와 멥쌀 막걸리가 4종류의 막걸리 중 알코올 함량이 높은 것으로 나타났다(16-16.5%). 4종류의 막걸리 중 팽화미분 막걸리의 총 페놀 함량이 5.2±0.06 mg GAE/mL로 가장 높았으며, 플라보노이드 함량은 4종류의 막걸리가 470-490 µg QE/mL 수준으로 유사하게 높았다. 총 페놀 함량이 가장 높았던 팽화미분 막걸리가 81.5%로 ABTS 라디칼 소거활성이 가장 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과는 팽화미분이 항산화 기능성소재 개발을 위한 효율적인 막걸리 원료가 될 수 있음을 시사한다.

**주제어** : 기능성소재, 플라보노이드, 막걸리, 페놀, 팽화미분

**Abstract** In this study, to develop a higher value-added *makgeolli*, the Korean traditional rice wine were made of four kinds of raw material cereals (wheat flour, puffed rice, non-glutinous rice, and glutinous rice). To investigate the development potential of *makgeolli* as functional materials, their physicochemical characteristics, phenol, flavonoid, and vitamin contents, and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) radical scavenging activity were evaluated. Puffed rice *makgeolli* and non-glutinous rice *makgeolli* among four types of *makgeolli* were higher contents of alcohol (16-16.5%). Of four types of *makgeolli*, puffed rice *makgeolli* showed 5.2±0.06 mg GAE/mL, the highest level content of total phenol, and flavonoid contents of them were similarly high, with a level of 470-490 µg QE/mL. Puffed rice *makgeolli* containing the highest level content of total phenol resulted in 81.5%, the highest activity of ABTS radical scavenging. These results suggest that puffed rice may be an effective raw material for *makgeolli* to be developed the antioxidant functional materials.

**Key Words** : functional materials, flavonoid, makgeolli, phenol, puffed rice

\*This study was supported by 2020 "Regional Innovation Strategy" through the National Research Foundation of Korea funded by the Ministry of Education (No.2020RIS026101).

\*Corresponding Author : Ji-Youn Sung(azaza72@naver.com)

Received April 14, 2021

Accepted June 20, 2021

Revised April 29, 2021

Published June 28, 2021

## 1. 서론

막걸리는 발효제인 누룩에 의한 해당과정과 알코올 발효과정을 통해 만들어지는 한국의 전통발효주이다 [1]. 막걸리 제조에 사용되는 발효제 누룩은 제조방법에 따라 자연 중에 존재하는 미생물로 구성된 재래누룩과 살균한 전분질 원료에 순수배양된 균을 접종하여 만든 개량누룩으로 분류된다. 개량누룩은 잡균의 오염을 방지할 수 있어 안전한 발효와 균일한 품질의 술을 제조할 수 있는 장점이 있지만 풍미가 다양하지 못하며 생리활성물질의 종류가 제한될 수 있다. 반면 재래누룩에는 다양한 미생물 (yeasts, lactic acid bacteria, and aerobic bacteria 등)이 존재하는데 이러한 다양한 미생물은 원료 곡물로부터 저분자 영양물질인 필수아미노산(arginine, glutamic acid, leucine, lysine 등), 당분, 아민, 및 유기산 등과 비타민 B군, glutathion, proline, 플라보노이드를 포함한 폴리페놀 등 각종 유용한 생리활성 물질을 생산한다 [2-5]. 따라서 막걸리는 영양학적으로 가치가 높은 전통 발효식품이다.

또한 막걸리는 다양한 생리기능성 연구결과를 통해 기능성 식품으로도 인정받고 있다. 막걸리와 막걸리 제조에 사용되는 누룩의 생리기능 활성을 연구한 보고에서도 이들이 심혈관계 질환 개선, 위보호, 전지방세포 분화 억제, 통풍 예방, 항암 효과 뿐 만 아니라 피부기능성도 가지고 있음이 확인되었다[6]. 최근 Wang 등은 막걸리로부터 항산화활성을 가진 물질로 알려져 있는 dimethyl succinic acid, ferulic acid, 1H-indole-3-ethanol, 2-(4-hydroxyphenyl) ethanol, 4-hydroxybenzaldehyde, mono-methyl succinic acid, 및 succinic acid 등을 분리하여 보고하였다[5]. 또한 막걸리의 발효제인 누룩속에 존재하는 누룩곰팡이에는 '코직산'이 많이 함유되어 미백기능과 보습효과가 뛰어나 건강한 피부를 만드는 데 도움을 준다고 한다[5,7]. 이러한 막걸리의 효능에 관한 지속적인 연구는 막걸리 비누 및 발효 곡물을 이용한 천연 화장품 개발, 그리고 막걸리 농축물의 항산화 및 미백효과 관련 특허 출원까지 가능하게 했다[8-10].

막걸리 제조에는 전통적으로 찹쌀, 멥쌀, 보리쌀, 및 밀 등의 곡물이 전분 원료로 사용되어 왔지만 최근 대량으로 막걸리를 생산하는 양조장에서는 팽화미분을 사용하는 경우가 더 많아졌다. 팽화미분은 쌀을 높은 온도와 압력으로 유지하다가 온도와 압력을 급격하게 낮추어 팽창시킨 호화된 쌀 전분이다. 이렇게 호화된 전분은 생전분에 비해 효소가 더 효과적으로 작용할 수 있어 당화가

빠르게 일어난다. 게다가 세미 및 증자과정 없이 직접 담금에 이용할 수 있어 생산비용 및 발효기간을 단축시킬 수 있다는 장점이 있다[11,12]. 따라서 생산비용 절감 및 주정 수율의 향상 면에서 쌀 보다는 팽화미분을 사용하는 것이 유리하다.

최근까지 막걸리의 생리기능 활성에 관한 많은 연구결과가 보고되었으나 현재 국내 양조장에서 보편적으로 사용하고 있는 팽화미분을 주재료로 한 막걸리에 관한 연구보고는 미약한 실정이다. 본 연구에서는 막걸리의 부가가치를 높이고 기능성원료로서의 개발가능성을 알아보기 위해 팽화미분을 포함하여 찹쌀, 멥쌀, 및 밀가루를 각각 원료 곡물로 하고 재래누룩을 이용하여 막걸리를 제조하였다. 제조된 4종류의 막걸리를 대상으로 막걸리의 이화학적 특성과 항산화활성을 측정하였다. 이화학적 특성을 알아보기 위해 알코올 함량, pH, 총산, 및 환원당 함량을 측정하였고 항산화활성을 알아보기 위해 항산화 기능성 물질(총 페놀, 플라보노이드, 및 비타민) 함량 및 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거활성을 측정하였다. 그리고 측정결과와 비교분석을 통해 4가지의 원료 곡물 중 기능성 원료를 생산하기 위해 가장 적합한 원료가 무엇인지 알아보았다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 재료

막걸리 제조를 위해 원료 곡물로 사용한 찹쌀과 멥쌀은 충청북도음성군에서 생산된 것을 사용하였고 밀가루는 사조(SAJO, Seoul, Korea)제품을 팽화미분은 동산(Dongsan, Yongin, Korea)제품을 구입하여 사용하였다. 발효제로는 입국(Dongsan), 송천효모(SCY, *S. cerevisiae*, Songcheon Yeast, Cheongyang, Korea), 정제효소 (glucoamylase 92%,  $\alpha$ -amylase 8%, sp 30,000, Doyoung, Anyang, Korea), 그리고 송학곡자(Soyulgok, Gwangju, Korea)를 사용하였다.

### 2.2 막걸리 담금

본 연구에서는 양조장(감곡양조장)에서 현재 시판되는 막걸리 제조과정과 동일하게 하여 4종류의 곡물을 재료로 막걸리를 제조하였다. 먼저 증자한 밀가루에 입국을 섞어 제조한 밀입국 4 kg, 물 4 L, 그리고 효모 10 g을

혼합한 후 25℃에서 2일 동안 발효과정을 거쳐 애기술을 만들었다. 그리고 이렇게 만든 애기술과 밀입국 16 kg, 물 40 L를 함께 넣어 잘 섞은 후 25℃에서 2일간 발효시켜 1단 담금을 시행하였다.

2단 담금은 1단 담금이 끝난 술에 각기 다른 형태로 준비된 곡물 80 kg(잡쌀과 멥쌀은 증자하여 고두밥 형태로, 밀가루는 증자하여 떡 형태로 그리고 팽화미분은 그대로 사용), 물 200 L, 송천효모(SCY) 20 g, 정제효소(Doyoung) 20 g, 송학곡자(Soyulgok) 3 kg을 넣고 혼합하여 25℃에서 5일간 발효시켰다. 발효가 끝난 후에는 4℃에서 저장하여 사용하였다

### 2.3 알코올 함량

본 연구에서 제조된 막걸리의 알코올 함량은 주류분석규정[13]에 의거하여 측정하였다. 먼저 100 mL의 시료를 증류하여 얻은 용액 70 mL에 증류수 30 mL을 가하여 100 mL을 만든 뒤 15℃에서 주정계를 사용하여 측정하였다.

### 2.4 pH 및 총산 함량

막걸리의 pH는 Orion Star A211 pH meter (Thermo Electron, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

총산 함량은 주류분석규정[13]에 따라 10 mL의 막걸리 시료에 phenolphthalein 지시약을 넣고 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 소비된 NaOH 용액의 양을 초산(acetic acid) 함량(%)으로 환산하였다.

### 2.5 환원당 함량

본 연구에서 제조된 막걸리의 환원당 함량은 DNS (3,5-dinitrosalicylic acid)가 환원되어 생성된 3-amino-5-nitrosalicylic acid의 흡광도를 T60 UV-VIS spectrophotometer (PG Instruments, Leicestershire, UK)로 575 nm에서 측정하였다[14]. 환원당량(mg/mL)은 glucose (Sigma Co., MO, USA)로 표준용액(100 mg/mL)을 제조하여 검량곡선을 작성한 뒤 구하였다.

### 2.6 총 페놀 및 플라보노이드 함량

막걸리에 존재하는 총 페놀 함량은 Folin-Denis 법을 응용하여 측정하였다[15]. 10% 2N Folin-ciocalteu의 페놀시약 200  $\mu$ L와 각각의 막걸리 시료 100  $\mu$ L를 혼합한 뒤 3분간 실온에서 반응시킨 후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (sodium carbonate) 700  $\mu$ L를 넣은 뒤 다시 암소에서

60분간 방치하여 반응시켰다. 반응액의 흡광도는 765 nm에서 T60 UV-VIS spectrophotometer (PG Instruments)로 측정하였으며 총페놀 함량은 표준물질인 gallic acid를 이용한 검량곡선을 통하여 시료 mL당 gallic acid equivalent (GAE)로 나타내었다

막걸리에 존재하는 총 플라보노이드 함량은 Davis법 [16]을 응용하여 측정하였다. 각각의 막걸리 시료 0.5 mL에 1 M potassium acetate 0.1 mL, 10% aluminum nitrate 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 가하여 혼합한 후 40분간 상온에서 방치하여 반응시켰다. 총 플라보노이드 함량은 510 nm에서 흡광도를 T60 UV-VIS spectrophotometer (PG Instruments)로 측정한 뒤 표준물질인 quercetin을 이용한 검량곡선으로부터 양을 환산하였다.

### 2.7 비타민 함량

비타민(ascorbic acid, nicotinic acid, thiamine) 함량은 HPLC (Prominence HPLC, Shimadzu Co., JAPAN)로 분석하였다. HPLC 분석은 Atlantis dC18 column (150 × 4.6 mm, 5  $\mu$ m; Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였으며, column 온도는 30℃, mobile phase는 0.1 N trifluoroacetic acid, flow rate는 1.0 mL/min의 조건으로 시행하였다.

### 2.8 ABTS 라디칼 소거활성

막걸리의 전자공여능은 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거활성 측정법으로 확인하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.45 mM potassium persulfate 용액을 2:1의 비율로 혼합하여 암소에 12시간 방치시켜 라디칼을 생성시켰다. 이렇게 제조한 ABTS radical cation 용액을 PBS buffer (pH 7.4)로 희석하여 734 nm에서 T60 UV-VIS spectrophotometer (PG Instruments)로 측정했을 때 흡광도가 0.70(±0.02)이 되도록 하였다. 제조한 ABTS radical cation 용액 1 mL에 각각의 막걸리 시료 10  $\mu$ L를 혼합하여 6분간 30℃에서 반응시킨 후 735 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다[17]. ABTS 라디칼 소거활성은 각각의 시료와 음성대조의 흡광도를 구하여 아래와 같이 백분율(%)로 표시하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거 활성(\%)} \\ = [1 - (\text{시료의 흡광도} / \text{음성대조의 흡광도})] \times 100$$

### 3. 결과

#### 3.1 막걸리의 이화학적 특성

본 연구에서 원료 곡물(밀가루, 팽화미분, 멥쌀, 및 찹쌀)을 달리하여 제조한 막걸리의 알코올 함량, pH, 총산 및 환원당 함량은 Table 1과 같았다. 막걸리의 알코올 함량은 멥쌀 막걸리가 16.5%로 가장 높았고 밀가루 막걸리가 13.5%로 가장 낮았다. 산도는 밀가루 막걸리(0.54±0.02%)가 가장 높았고 찹쌀 막걸리(0.44±0.02%)가 가장 낮았다. 반면에 환원당 함량은 찹쌀 막걸리(7.25±0.07)가 가장 높았으며 밀가루 막걸리(2.75±0.05)가 가장 낮았다. pH는 산도와 역으로 밀가루 막걸리(4.04±0.12)가 가장 낮았고 찹쌀 막걸리(4.18±0.11)가 가장 높았다.

Table 1. Alcohol contents, pH, acidity, and reducing sugar contents in *makgeolli* using various raw material cereals

Cereals	Alcohol (% v/v)	Acidity (% as acetic acid)	pH	Reducing sugar (g/L)
Wheat flour	13.5±0.3 <sup>1)</sup>	0.48±0.02	4.12±0.10	2.75±0.05
Puffed rice	16.0±0.5	0.45±0.01	4.15±0.12	4.25±0.08
Nonglutinous rice	16.5±0.5	0.54±0.02	4.04±0.12	5.35±0.08
Glutinous rice	14.0±0.4	0.44±0.02	4.18±0.11	7.25±0.07

<sup>1)</sup>Values are mean±SD (n=3)

#### 3.2 총 페놀, 플라보노이드, 및 비타민 함량

막걸리에 존재하는 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같았다. 본 연구에서 제조한 4 종류의 막걸리 모두 높은 농도로 페놀(4.4-5.2 mg GAE/mL)과 플라보노이드(470-490 µg QE/mL)를 함유하고 있는 것으로 나타났다. 특히 팽화미분으로 제조한 막걸리의 총 페놀함량은 5.2±0.06 mg GAE/mL로 다른 막걸리와 비교해 가장 높았다.

Table 2. Total phenol and flavonoid contents in *makgeolli* using various raw material cereals

Cereals	Total phenols (GAE <sup>1)</sup> mg/mL)	Total flavonoid (QE <sup>2)</sup> µg/mL)
Wheat flour	4.6±0.05 <sup>3)</sup>	470±9.5
Puffed rice	5.2±0.06	480±10.0
Nonglutinous rice	4.7±0.05	490±10.5
Glutinous rice	4.4±0.04	490±10.4

<sup>1)</sup>GAE, galic acid equivalent

<sup>2)</sup>QE, quercetin equivalent

<sup>3)</sup>Values are mean±SD (n=3)

한편 본 연구에서 제조된 4종류의 막걸리를 대상으로 HPLC 분석법을 통해 비타민(ascorbic acid, nicotinic acid, 및 thiamine) 함량을 분석한 결과 찹쌀과 팽화미분 막걸리에서만 소량의 nicotinic acid가 검출되었다.

#### 3.3 ABTS 라디칼 소거활성

ABTS 라디칼 소거활성 측정결과는 Fig. 1과 같으며 본 연구에서 제조된 4종류의 막걸리 모두 50% 이상의 라디칼 소거활성을 보였다. 이 중 특히 팽화미분 막걸리의 소거활성은 81.5%로 가장 높았다.

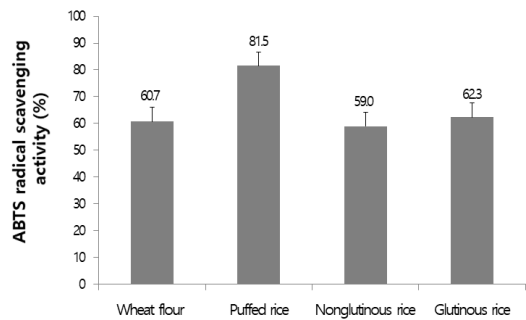


Fig. 1. ABTS radical scavenging activity in *makgeolli* using various raw material cereals

### 4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 막걸리의 기능성소재로서의 활용가능성을 알아보기 위해 재래누룩을 발효제로 하고 원료 곡물(밀가루, 팽화미분, 멥쌀, 및 찹쌀)을 달리하여 막걸리를 제조하였다. 이렇게 제조한 4종류의 막걸리를 대상으로 이화학적 특성, 총 페놀, 플라보노이드 및 비타민 함량, 그리고 ABTS 라디칼 소거활성을 측정하여 비교 분석하였다.

막걸리의 알코올은 향미나 보존성과 관련된 중요한 성분으로 알코올 함량은 다소 높아야 한다. 본 연구에서 제조한 멥쌀(16.5±0.05%) 및 팽화미분(16.0±0.05%)막걸리의 알코올 함유량은 찹쌀(14.0±0.045%) 및 밀가루(13.5±0.03%) 막걸리의 알코올 함유량 보다 높았으며 국내 주요 양조장에서 생산된 막걸리의 알코올 농도(12.1-13.6%)보다도 높은 것으로 나타났다[18]. 총산 함량은 막걸리의 보존성 및 풍미에 영향을 주는 중요한 성분 중 하나인데 본 연구에서 제조된 4종류의 막걸리 총산 함량(0.44-0.54%)은 다른 첨가물을 넣지 않았음에도

시판막걸리의 총산 함량(0.28-0.57%)과 유사하였다 [18]. 막걸리의 pH도 4.04-4.18로 4종류의 막걸리가 서로 큰 차이가 없었으며 이전의 연구결과(pH 3.8-4.1)와도 유사한 것으로 나타났다[18]. 환원당의 함량은 2.75-7.25 mg/mL로 이전의 17종의 쌀을 원료로 제조된 막걸리의 환원당 함량 (2.49-6.01 mg/mL)과 유사한 결과를 보였다[19]. 본 연구에서 제조한 막걸리의 이화학적 성상을 기존 연구결과들과 비교분석한 결과 알코올 농도는 기존 보고된 결과보다 다소 높았으며 그 외 pH, 총산도, 및 환원당 함량은 기존 연구결과와 유사한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 항산화기능성 물질로 알려져 있는 페놀, 플라보노이드, 및 비타민 함량을 4종류의 막걸리를 대상으로 측정하였다. 식물계에 널리 분포되어 있는 페놀 화합물은 전자 또는 수소 공여자로 작용하여 활성산소에 의한 세포막, DNA, 단백질 및 거대분자의 파괴 및 손상을 막아주는 항산화 작용에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 플라보노이드는 폴리페놀에 속하는 성분으로 항산화능이 높은 물질이다[20]. 본 연구에서 제조한 4종류의 막걸리는 모두 많은 양의 페놀(4.4-5.2 mg GAE/mL)을 포함하고 있었으며 플라보노이드 또한 470-490 µg QE/mL 농도로 존재함이 확인되었다. 이 결과는 이전의 오미자 막걸리를 대상으로 한 보고와 유사하였다[21]. 반면 항산화제 역할을 하는 것으로 알려져 있는 ascorbic acid는 검출되지 않았고 찹쌀과 팽화미분 막걸리에서만 소량의 nicotinic acid가 검출되었다. 막걸리의 항산화 능력을 증명하기 위해서는 본 연구에서 분석이 이루어진 물질들 외에도 항산화작용을 하는 것으로 알려져 있는 glutathione을 비롯하여 더 다양한 종류의 기능성 물질[22] 분석이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

한편 본 연구에서 제조한 4종류 막걸리의 항산화능력을 평가하기 위해서 ABTS 라디칼 소거활성을 측정하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 막걸리에 존재하는 항산화물질의 수소 이온 공여능력을 말하는 것으로 본 연구에서 제조한 4종류의 막걸리 모두 50% 이상의 소거활성을 보였으며 그 중 팽화미분 막걸리의 소거활성은 81.5%로 가장 높았다. 일반적으로 각종 질병 및 노화의 원인이 되는 산화성 자유 라디칼 반응을 정지시키는 것으로 알려져 있는 페놀 함량과 ABTS 라디칼 소거활성과는 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다[23]. 본 연구에서도 총 페놀 함량이 가장 높았던 팽화미분 막걸리가 ABTS 라디칼 소거활성 역시 가장 높은 것으로 나타났다. 그러나 팽화미분 막걸리의 항산화활성을 정확하게 분석하기 위해서는 ABTS 라디칼 소거

활성 측정 외에도 더 다양한 활성 산소종 제거능력 시험이 수행되어야 할 것으로 사료된다[21].

본 연구에서는 팽화미분으로 제조한 막걸리가 기존 사용해오던 곡물로 제조한 막걸리와 유사한 이화학적 특성을 지녔으나 총 페놀 및 ABTS 라디칼 소거활성은 오히려 높은 것으로 나타났다. 이 결과는 항산화기능성 소재 개발을 위한 막걸리의 원료 곡물로 팽화미분의 사용이 충분히 가능함을 시사한다. 덧붙여 팽화미분으로 막걸리를 제조할 경우 시간과 비용적인 면에서도 매우 효율적이어서 고부가가치를 창출할 수 있다. 본 연구 결과는 팽화미분 막걸리를 기능성소재로 개발하기 위한 기초 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- [1] KFDA. (2012). *Korea Food and Drug Administration*. Seoul : Cheongwon Publishing.
- [2] G. Shimoga & S. Y. KIM. (2021). *Makgeolli-The Traditional Choice of Korean Fermented Beverage from Cereal: An Overview on its Composition and Health Benefits*. Food Science and Technology. <https://doi.org/10.1590/fst.43920>.
- [3] S. H. Song et al. (2013). Analysis of Microflora Profile in Korean Traditional Nuruk. *Journal of Microbiology Biotechnology*. 23(1), 40-46. doi: 10.4014/jmb.1210.10001.
- [4] RDA. (2006). *Food composition table, 7th revision*. Suwon : National Rural Resources Development Institute Publishing.
- [5] S. J. Wang, H. J. Lee, J. Y. Cho, K. H. Park, & J. H. Moon. (2012). Isolation and Identification of Antioxidant from *Makgeolli*. *Korean Journal of Food Science Technology*. 44(1), 14-20. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.1.014>.
- [6] S. J. Lee & W. C. Shin. (2011). *Physiological Functionalities of Makgeolli (Korean Paradox)*. *Food Science Industry*. 44(4), 2-11.
- [7] I. D. Suwarjo, A. F. Azzahra, & H. Suryadi. (2018). Isolation of Kojic Acid Producing Mold using Complex Carbon Sources. *Pharmacognosy Journal*. 10(6), 1089-1092.
- [8] J. S. Park & D. H. Kim. (2011). Composition Containing Concentrated Makgeolli for Antioxidation and Whitening Effect. *Korean Patent*. 10-2011-0015866.
- [9] M. S. Kim. (2011). Preparation Method of Cosmetic Soap using Rice Wine. *Korean Patent*. 10-2011-0105132.
- [10] J. Y. Gu, E. S. Kim & J. S. Lee. (2006). Natural Cosmetics using Brewer's Grains and a Method of preparing It. *Korean Patent*. 10-2006-0062665.

- [11] NTSTSI. (2005). *Manufacturing Guideline of Takju and Yakju*. Seoul : National Tax Service Technical Service Institute Publishing.
- [12] J. Kim, K. Sung, H. Bae & Y. Yi. (2007). pH, Acidity, Color, Reducing Sugar, Total Sugar, Alcohol and Organoleptic Characteristics of Puffed Rice Powder Added Takju during Fermentation. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 39(3), 266-271.
- [13] NTSTSI. (2014). *Manufacturing Guideline of Takju and Yakju*. Seoul : National Tax Service Technological Service Institute Publishing.
- [14] G. L. Miller. (1959). "Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar", *Analytical Chemistry*. 31, 426-428. <https://doi.org/10.1021/ac60147a03>.
- [15] O. Folin & W. Denis. (1912). On Phosphotungstic - Phosphomolybdic Compounds as Color Reagents. *Journal of Biological Chemistry*. 12(2), 239-243. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)88697-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)88697-5).
- [16] W. B. Davis. (1947). Determination of Flavanones in Citrus Fruits. *Analytical Chemistry*. 19, 476-478. <https://doi.org/10.1021/ac60007a016>.
- [17] K. M. Cho & O. S. Joo. (2014). Quality and Antioxidant Characteristics of *Elaeagnus Multiflora* Wine through the Thermal processing of Juice. *Korean Journal of Food Preservation*. 21(2), 206-214. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2014.21.2.206>.
- [18] C. W. Park, S. Y. Jang, E. J. Park, S. H. Yeo, O. M. Kim & Y. J. Jeong. (2011). Comparison of the Quality Characteristics of Commercial *Makgeolli* Type in South Korea. *Korean Journal of Food Preservation*. 18, 884-890. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2011.18.6.884>.
- [19] Y. H. Kwon, A. R. Lee, H. R. Kim, J. H. Kim, & B. H. Ahn. (2013). Quality Properties of *Makgeolli* Brewed with Various Rice and Koji. *Korean Society of Food Science and Technology*. 45(1), 70-76. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2013.45.1.70>.
- [20] R. Tsao. (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients*. 2(12), 1231-1246. <https://doi.org/10.3390/nu2121231>.
- [21] Y. R. Song, B. U. Lim, G. S. Song & S. H. Baik. (2015). Quality Characteristics and Antioxidant Activity of *Makgeolli* Supplemented with *Omiija* Berries (*Schizandra chinensis* Baillon). *Korean Society of Food Science and Technology*. 47(3), 328-335. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2015.47.3.328>.
- [22] Y. H. Kim. (2011). Clinical Application of Antioxidants. *Surgical Metabolism and Nutrition*. 2(1), 11-15.
- [23] H. K. Cho, J. Y. Lee, W. T. Seo, M. K. Kim & K. M. Cho. (2012). Quality Characteristics and Antioxidant Effects during *Makgeolli* Fermentation by Purple Sweet Potato-rice Nuruk. *Korean Society of Food Science and Technology*. 44(6), 728-735. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.6.728>.

성 지 연(Ji-Youn Sung)

[정회원]



- 2005년 8월 : 충북대학교 미생물학과 (이학석사)
- 2009년 2월 : 충남대학교 의학과(의학 박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 임상 병리학과 교수
- 관심분야 : 미생물학, 발효공학
- E-Mail : azaza72@naver.com

이 익 희(Ikheui Lee)

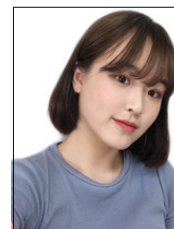
[정회원]



- 2004년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 미디어영상제작학과 교수
- 관심분야 : 발효공학, 영상학
- E-Mail : ihlee@kdu.ac.kr

김 명 진(MyungJin Kim)

[학생회원]



- 2018년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 임상병리학과 재학생
- 관심분야 : 미생물학, 식품미생물학
- E-Mail : fish20402@naver.com

김 현 정(Hyeonjeong Kim)

[학생회원]



- 2018년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 임상병리학과 재학생
- 관심분야 : 미생물학, 식품미생물학
- E-Mail : rmsuthsu@naver.com

신 지 혜(Jihye Sin)

[학생회원]



- 2019년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 임상 병리학과 재학생
- 관심분야 : 미생물학, 식품미생물학
- E-Mail : hjk5279@naver.com

이 선 화(Seonhwa Lee)

[학생회원]



- 2019년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 임상 병리학과 재학생
- 관심분야 : 미생물학, 식품미생물학
- E-Mail : swlee1605@naver.com