

가시파래(*Enteromorpha prolifera*)가 첨가된 막걸리의 품질 특성 및 항산화 활성

김지윤^{1,2} · 전은비^{1,2} · 최만석^{1,2} · 박신영^{1,2*}

¹경상대학교 해양산업연구소, ²경상대학교 해양식품생명의학과

Effect of *Enteromorpha prolifera* on Quality Characteristics and Antioxidants Activities of the *Makgeolli* (Korean Traditional Rice-Based Wine)

Ji Yoon Kim^{1,2}, Eun Bi Jeon^{1,2}, Man-Seok Choi^{1,2} and Shin Young Park^{1,2*}

¹Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

²Department of Seafood and Aquaculture Science, Gyeongsang National University, Tongyeong 53064, Korea

The objective of the current study was to evaluate the quality characteristics (alcohol contents and antioxidant capacities) and sensory characteristics of the Korean traditional rice-based wine, *Makgeolli* supplemented with 5% and 10% *Enteromorpha prolifera* (Ep) during an 8-days cold storage at 4°C. The alcohol content in the unsupplemented *Makgeolli* (control) and Ep *Makgeolli* gradually increased from day 0 to day 8 (control, 2.05-8.03; 5% Ep, 2.15-9.03; 10% Ep, 3.15-10.07). The DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activities was significantly higher in the 10% Ep *Makgeolli* (75.87%) than 5% Ep *Makgeolli* (57.34%) and control (21.91%). The ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] radical scavenging activities were also significantly higher in the 10% Ep *Makgeolli* (90.85%) than 5% Ep *Makgeolli* (75.94%) and control (47.21%). *Makgeolli* supplemented with 10% Ep had the highest color, smell, taste, and overall acceptance scores. The current study suggest that *Makgeolli* supplemented with 10% Ep could be potentially developed because of its high antioxidant properties and good consumer acceptance.

Keywords: *Enteromorpha prolifera*, *Makgeolli*, Alcohol contents, Antioxidant activities, Sensory evaluation

서론

가시파래(*Enteromorpha prolifera*)는 모양이나 크기가 매우 다양하고 생김새는 김과 비슷하지만 머리카락 같이 길고 가늘며 많은 겉가지를 내는 특징이 있다. 전통적으로 파래는 톳, 매생이 등과 함께 겨울철 신선채소류를 대체하여 섭취할 수 있는 한국의 대표적인 해조류 재료로써 활용 되어왔다.

가시파래의 함유 성분 중에는 철분, 칼륨, 칼슘 및 섬유질 등의 무기질이 많아 영양가가 높을 뿐만 아니라 아미노산, 비타민 또한 다량 함유되어 있다(Jung et al., 2005). 특히 같은 해조류인 김, 다시마 등에 비해 높은 함량의 '폴리페놀' 성분을 함유하고 있으며(Kwak et al., 2005), 이는 항산화 및 항암 효과를 보이는 대표적인 성분으로써 세포의 노화를 방지하고 인체 내의

유해한 활성 산소를 제어하는 역할을 한다(Kwak et al., 2005).

막걸리는 우리나라에서 가장 오래된 주류로서 찹쌀, 멥쌀, 보리, 감자 등의 곡물을 쪄낸 후 누룩과 물을 섞어 발효시켜 만드는 우리나라의 전통 곡물주이다. 맑은술(청주)을 떠내지 않고 그대로 걸러내 빛깔이 탁하여 탁주 또는 막 거른 술이라 하여 막걸리라 불렀으며 농가에서 주로 즐긴다 하여 농주(農酒)로도 불리었다. 막걸리는 곡물에 의한 전분의 당화와 효모에 의한 알코올 발효가 동시에 진행되는 병행발효주로서 누룩의 양과 종류에 따라 다양한 맛과 풍미가 형성된다. 알코올 도수는 약 4-8% 이고 적당한 감칠맛과 청량미가 있으며 다른 주류에 비하여 단백질 함량이 풍부하면서도 열량은 낮은 것이 특징이다(Yang and Eun, 2011; Park et al., 2016).

막걸리는 '한식의 세계화'에 걸맞는 영향력 있는 주류로써

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 771. 9143 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: sypark@gnu.ac.kr



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://doi.org/10.5657/KFAS.2020.0231>

Korean J Fish Aquat Sci 53(2), 231-236, April 2020

Received 3 January 2020; Revised 29 January 2020; Accepted 8 April 2020

저자 직위: 김지윤(대학원생), 전은비(대학원생), 최만석(대학원생), 박신영(교수)

이를 선도해 나가고 있다. 이와 관련하여 딸기 막걸리(Bae et al., 2016), 아로니아 막걸리(Park et al., 2016), 오미자 막걸리(Song et al., 2015), 크랜베리 막걸리(Lee, 2013), 블루베리 막걸리(Jeon and Lee, 2011), 석류즙 막걸리(Kim and Eun, 2012), 유자 막걸리(Yang and Eun, 2011), 자색 고구마 막걸리(Cho et al., 2012) 등 과일, 열매 등의 다양한 농산물을 활용한 막걸리 연구가 활발히 진행되고 있는 반면 다양한 건강기능성 성분을 보유한 해조류 첨가 막걸리에 대한 연구는 최근의 청각 막걸리(Jeon et al., 2019)를 제외하고는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 가시파래를 이용하여 해조류의 신선한 향미와 함께 항산화 기능을 겸비한 새로운 막걸리의 개발 가능성을 타진하고자 한다. 이를 위해 사계절 내내 사용할 수 있는 건조 가시파래를 비울별로 혼합하여 특유의 맛을 살리되 비릿한 향을 중화시킬 수 있도록 적절하게 배합하면서 항산화 기능의 강화와 그에 따른 관능적 품질 특성에 대한 연구를 진행하고자 한다.

재료 및 방법

원료 및 균주

막걸리 제조를 위해 사용한 쌀은 시중에서 판매 되고 있는 일반 백미를 사용하였고 발효 균주인 누룩은 국내산 밀로 만든 소울곡(300 sp 이상, Songhag-gogja, Gwangju, Korea)을 사용하였다. 가시파래는 서남해안에서 생산된 국내산 건가시파래를 전통시장(Ulsan, Korea)에서 구입하여 냉동보관(-18°C 이하)하여 사용하였다.

가시 파래를 첨가한 막걸리의 담금

가시파래를 첨가한 막걸리를 제조하기 위하여 쌀을 깨끗이 씻어 약 12시간 정도 물에 불린 후 체에 받쳐 3시간 동안 물기를 제거하였다. 물기가 제거 된 쌀을 100°C의 찜통에서 60분간 증자하여 고두밥을 만들었고 냉각 시킨 후 사용하였다. 가시파래의 경우 건조 가시파래를 구입하였으므로 건조 상태의 가시파래를 물에서 5분간 불린 후 물기를 제거하고 물과 가시파래를 1:1의 비율로 갈아서 사용하였다. 가시파래 첨가군의 경우 쌀 중량에 대비하여 가시파래 5% (w/w) 및 10% (w/w)를 첨가 하였으며 멸균된 유리병에 고두밥 400 g, 누룩 40 g, 물 880 mL를 넣어 5일간 발효하였다. 가시파래 무첨가군인 대조군 막걸리의 경우 이와 동일하게 제조하였으며 실험군과 대조군 막걸리는 약 25 ± 1°C의 암실에서 보관하고 1일 1회 적절히 교반하면서 발효하였다. 발효 직후 면보로 여과한 후 8일 동안 냉장보관(5°C 이하) 하였으며 저장기간 동안 막걸리의 알코올 함량, 항산화 활성 및 관능검사를 실시하였다.

알코올 측정

알코올 함량은 국세청주류면허지원센터(national tax service

liquor license support center)의 주류분석규정 중 알코올분 시험법에 따라 발효 0일차부터 2, 4, 6, 8일차에 각각 알코올 함량을 측정하였다. 시료 100 mL를 취하여 증류용 플라스크에 옮긴 후 증류 장치를 이용하여 알코올을 증류하였다. 증류액이 70 mL가 되었을 때 증류를 중지하고 증류수를 보충하여 100 mL까지 정용한 후 15°C에서 주정계(Hydrometer, Dongmyeong, Seoul, Korea)로 측정하였으며 0.1도 당 알코올 온도환산표를 통해 정확한 알코올 값을 도출하였다.

항산화 활성도 측정

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거능 활성은 1.5 × 10⁴ DPPH 용액(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)과 메탄올을 혼합한 용액을 농도별로 희석 후 막걸리 시료의 원심분리(2,700 rpm, 3 min; High speed Centrifuge, Supra 22K, HANIL, Korea) 상등액과 1:1로 하여 vortex 후 분광광도계(Spectroic 2D, Thermo Electron Co., MA, USA)를 사용하여 517 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 가시파래 첨가군과 무첨가군인 대조군의 흡광도를 구하여 아래와 같이 백분율(%)로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거 활성(%)=

$$\frac{A_{517} \text{ of control} - A_{517} \text{ of sample}}{A_{517} \text{ of control}} \times 100$$

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid diammonium) (ABTS) 라디칼 소거능 측정을 위해 ABTS solution (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 을 증류수에 용해시킨 용액과 Potassium persulfate를 혼합하여 냉장고에서 약 12시간 정도 방치하여 ABTS cation radical (ABTS⁺)을 형성시킨 후 415-416 nm의 흡광도를 가지는 농도로 용액을 제조하였다. 이 시약과 희석하여 2,700 rpm에서 3분동안 원심분리한 막걸리 시료의 상등액을 1:1로 혼합한 후 약 10분간 반응시킨 후 분광광도계(Spectroic 2D, Thermo Electron Co., MA, USA)를 사용하여 415 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 양성 대조군 실험은 가시파래 무첨가군인 대조군 시료로 측정하였으며 아래와 같이 백분율(%)로 표시하여 나타내었다.

ABTS 라디칼 소거 활성(%)=

$$\frac{A_{415} \text{ of control} - A_{415} \text{ of sample}}{A_{415} \text{ of control}} \times 100$$

관능검사

관능검사를 위해 실험이 종료된 8일차의 대조군과 가시파래 첨가 막걸리를 약 6%의 알코올 도수로 보정 후 패널에게 제공하였다. 관능검사 패널은 경상대학교 해양과학대학 해양식품생명과학과 대학생과 대학원생으로 구성된 20대 성인 20명(

남 10명, 여 10명)을 선정하여 평가를 실시하였다. 막걸리와 물의 비율은 2:1로 하여 당도를 약 8 Brix로 맞추어 종이컵에 약 20 mL씩 담아 제공하였다. 막걸리의 관능 평가 항목은 색상(color), 향(smell), 맛(taste), 전반적인 기호도(overall acceptability)이며 이에 대한 결과를 7점 척도법(7점, 매우 좋음; 1점, 매우 나쁨)으로 평가하였다.

통계분석

실험 결과의 통계 처리는 모든 실험에 대해 각 시료당 3회 반복을 통하여 얻은 평균값과 표준편차를 이용하여 진행하였다. 통계 프로그램은 SPSS version 12.0 software program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 중 일원배치분산 분석(one-way ANOVA) 및 Duncan's 다중범위검정(multiple range test)을 이용하였으며 유의성 차를 5% (P<0.05) 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

가시파래 막걸리의 알코올 함량

본 연구의 가시파래 막걸리 제조를 위해 실온(25°C)에서 5일 동안 술덧을 발효시킨 후 여과하였으며, 8일 동안 냉장저장 하면서 알코올 함량을 측정하였다. 알코올 함량은 막걸리의 품질을 결정하는 주요 요인 중 하나로서 보존성과 향미에 영향을 주는 중요한 지표이다(Lee et al., 2005). 알코올 발효는 누룩에 의해 쌀의 당분이 에탄올과 이산화탄소(CO₂)로 분해되는 과정이며, 담금 후 기포 발생의 유무로 알코올의 생성 및 증가를 간접적으로 가늠할 수 있다(Jeong et al., 2006).

8일의 저장 기간에 따른 알코올 함량의 변화는 Table 1과 같다. 막걸리 담금 0일-5일차까지 술덧의 알코올 생성은 매우 미비하였으나(data not shown) 저장 0일차에는 가시파래 무첨가군인 대조군의 알코올 함량이 2.05%, 가시파래 첨가군 5% 및 10%는 각각 2.15% 및 3.15%로 나타났다. 저장기간이 증가함에 따라 대조군과 실험군의 알코올 함량이 유의적으로 증가하였으며(P<0.05), 저장 4일째부터 가시파래 첨가량이 많을수록 알코올 함량이 유의적으로 증가함을 보였다(P<0.05). 최종 8일차에는 대조군, 가시파래 첨가군 5% 및 10%에서 각각 8.03, 9.03 및 10.07%로 측정 되었으며, 이는 가시파래에 함유된 D-glucuronic acid, D-xylose 등을 포함한 높은 당질 함량에

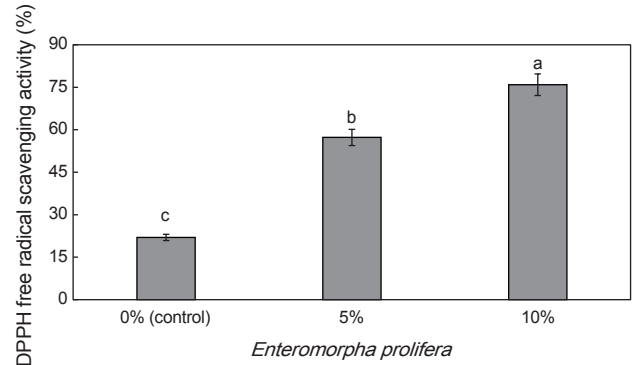


Fig 1. DPPH free radical scavenging activity in the *Makgeolli* supplemented with *Enteromorpha prolifera* on the fermentation of 8-day. DPPH, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.

의해 알코올의 발효가 촉진된 것으로 사료된다(Baek and Kim, 2019).

Jeon et al. (2019)의 청각 막걸리 연구에 의하면 발효 시 최종 8일차의 알코올 함량이 12.3-14.3%였으며, 이는 막걸리 제조 시 첨가되는 누룩의 함량이 청각막걸리에서는 쌀 중량 대비 20% (w/w), 본 연구에서는 10% (w/w)가 사용된 것에 따른 차이로 보여진다. 막걸리 발효 시 누룩은 전분과 단백질을 분해시키는 역할을 하며 발효와 알코올 생성에 관여하므로 같은 발효 기간 중에도 청각막걸리의 알코올 함량이 다소 높았던 것으로 생각된다. 시판 중인 막걸리의 알코올 도수는 6-8도이며 이는 희석 후의 도수로써 막걸리 발효 후 원주의 알코올 농도는 약 12% 이상이다. 본 연구에서 관찰된 가시파래 첨가 막걸리의 알코올 함량은 첨가되는 누룩과 파래의 양, 발효기간과 발효온도 등에 따라 증감이 가능 할 것으로 사료된다.

가시파래 막걸리의 항산화 활성

가시파래 함유량을 달리하여 첨가한 막걸리의 DPPH 라디칼 소거활성능의 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 활성능 측정 방법에는 여러가지가 있으나 일반적으로 이용되는 DPPH 소거능 법은 아스코르빈산, 토코페롤 및 방향족 아민류에 의해 전자나 수소를 받아 환원되어 안정한 분자가 생성될 때 짙은 보라색이 탈색되는 원리를 이용하여 항산화물질의 전자공여능을 측정하는

Table 1. Change of alcohol contents (%) in the *Makgeolli* supplemented with *Enteromorpha prolifera* during 8-days cold storage

<i>Enteromorpha prolifera</i>	Storage time (day)				
	0	2	4	6	8
Control*	2.05±0.07 ^{bE}	4.07±0.12 ^{bD}	6.07±0.06 ^{cC}	7.07±0.12 ^{cB}	8.03±0.06 ^{cA}
5%	2.15±0.21 ^{bE}	5.03±0.06 ^{aD}	7.07±0.12 ^{bC}	8.07±0.06 ^{bB}	9.03±0.06 ^{bA}
10%	3.15±0.21 ^{aE}	5.13±0.15 ^{aD}	7.93±0.06 ^{aC}	8.87±0.12 ^{aB}	10.07±0.06 ^{aA}

*Control is non-added *Enteromorpha prolifera*. Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a row (A-E) are significant differences (P<0.05). Different superscript in a column (a-c) are significant differences (P<0.05).

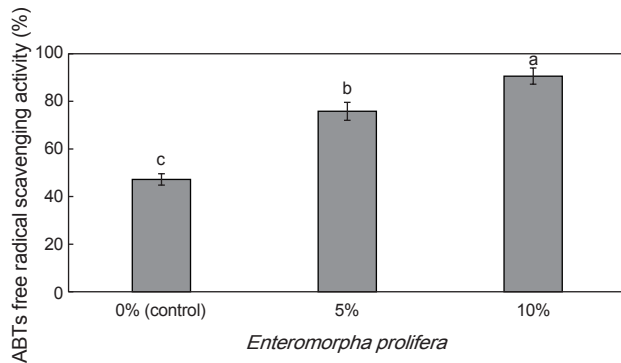


Fig 2. ABTS free radical scavenging activity in the *Makgeolli* supplemented with *Enteromorpha prolifera* on the fermentation of 8-day. ABTS, 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid diammonium).

방법이다(Que et al., 2006). 가시파래 막걸리의 항산화 효과를 측정하기 위해 무첨가군인 쌀막걸리 대조군과 가시파래 첨가 막걸리의 DPPH 활성 소거능을 측정한 결과 대조군이 22%이었으며, 가시파래 함유량 5% 첨가군에서 57.3% (약 2.6배) 및 10% 첨가군에서는 75.9% (약 3.4배)의 결과를 나타냈다. 건조 파래의 항산화 효과를 DPPH 라디칼 소거능법으로 측정한 연구들 중 Kwak et al. (2005)의 연구에서는 파래의 DPPH 라디칼 소거능이 35.95%이었으며, Kim et al. (2013)의 연구에서도 에탄올 추출과 물 추출 두 경우 모두에서 파래의 DPPH 라디칼 소거 활성능이 각각 19.29%와 11.85%로 가장 우수하게 나타났다. 본 연구에서 가시파래 막걸리의 DPPH 라디칼 소거능은 이보다 훨씬 우수하였는데 이는 막걸리 본연의 항산화 효능 (Wang et al., 2012)과 이에 첨가된 가시파래의 항산화 효능의 상승효과로 간주될 수 있다. 또한 Jeon et al. (2019)의 최근 결과에 의하면 청각 10% 첨가 막걸리의 DPPH 라디칼 소거 활성능은 74.63%였으며, 이는 본 연구의 가시파래 10% 첨가 막걸리의 항산화 결과(75.87%)와 거의 유사하였다.

항산화 활성을 나타내는 기작은 이와 관련된 물질이 인체내에서 노화 및 세포 손상 등 질병의 원인이 되는 자유 라디칼(free radical)을 소거하는 것이며, ABTS radical 소거 활성능의 측정은 potassium persulfate와의 반응에 의해 생성된 ABTS free radical이 항산화 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 청록색

이 탈색되는 원리를 이용하는 방법이다(Kim et al., 2018). 쌀막걸리인 무첨가군 대조군과 가시파래 첨가군 막걸리의 ABTS 라디칼 소거능의 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군인 쌀막걸리는 47.2%로 측정되었으며, 가시파래 5% 첨가군에서는 75.8% 및 10% 첨가군에서는 90.6%의 결과를 보였다($P<0.05$). 이는 대조군에 비해 약 1.6배 및 1.9배의 높은 항산화 효능을 가지는 것이며, 가시파래 함유량이 증가할수록 ABTS 라디칼 소거능 활성이 높아지는 것을 알 수 있다. 특히 Jeon et al. (2019)의 청각 30% 첨가 막걸리 중 ABTS 라디칼 소거 활성능 결과인 64.79%에 비하여도 매우 우수하게 나타났다.

오미자를 첨가한 막걸리의 연구(Song et al., 2015)에서는 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과, 무첨가군인 대조군(65.9%)와 비교하여 오미자 첨가 막걸리(80.6%)의 결과가 높게 나타났으며, 오미자 중 라디칼 생성을 억제하며 활성 산소종을 소거하는 항산화 효능이 있는 것으로 고찰되었다. 또한 Lee et al. (2010)의 흑마늘 발효주의 항산화 활성 연구에서는 흑마늘 무첨가군의 경우 52.02%, 흑마늘 5% 첨가군에서 69.55%의 DPPH 라디칼 소거능 결과를 보여 흑마늘의 항산화 활성이 우수한 것으로 나타났다. 따라서 가시파래 막걸리의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 결과로 미루어보아 상당히 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 판단된다.

가시파래 막걸리가 보유한 우수한 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 파래 중의 폴리페놀, 총 플라보노이드, β -carotene 및 chlorophyll 성분에서 기인한 것으로 사료된다. Kwak et al. (2005)의 연구에 의하면 톳(1.44, 2.68 mg/dry wt), 다시마(1.17, 1.95 mg/dry wt), 김(3.81, 0.67 mg/dry wt) 중의 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량에 비하여, 파래 중의 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 각각 8.97 mg/dry 및 4.65 mg/dry로 가장 높은 결과를 보였으며 가장 높은 라디칼 소거 활성능을 나타냈다.

가시파래 막걸리의 관능평가

본 실험을 위한 예비실험에서 가시파래 첨가량을 3%, 5%, 10%, 20% 및 30%로 하여 막걸리를 제조하였으나 가시파래 10% 첨가군 막걸리에 비하여 3% 첨가시 파래 고유의 향미가 느껴지지 않았고 20% 및 30% 첨가시에는 강한 바다향의 비린 맛, 비린향이 느껴졌다. 따라서 가시파래 3%, 20% 및 30% 첨

Table 2. Sensory evaluation of the *Makgeolli* supplemented with *Enteromorpha prolifera* on the fermentation of 8-day

<i>Enteromorpha prolifera</i>	Sensory evaluation			
	Color	Smell	Taste	Overall acceptability
Control*	4.25±1.00 ^b	4.00±0.71 ^b	4.50±1.41 ^b	5.00±1.00 ^b
5%	5.00±1.00 ^{ab}	4.25±1.41 ^b	5.25±0.58 ^{ab}	4.75±0.58 ^b
10%	6.75±0.58 ^a	6.67±0.71 ^a	6.75±0.58 ^a	6.75±0.58 ^a

*Control is non-added *Enteromorpha prolifera*. Values are mean±standard deviations of triplicate determination. Different superscript in a column (a, b) are significant differences ($P<0.05$).

가시 상품으로의 개발가능성이 낮을 것으로 판단되었으며, 이러한 결과를 고려하여 본 연구에서는 가시파래 5% 및 10%만을 최종 첨가량으로 설정하여 연구를 실시하였고 이에 따른 관능검사 결과는 Table 2에 나타내었다.

가시파래 막걸리의 관능 검사는 냉장 저장된 8일차 막걸리의 색상(color), 향(smell), 맛(taste) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)의 4가지 항목으로 나누어 평가하였다. 관능평가 시 '향산화 기능이 강화된 가시파래(해조류) 막걸리의 개발 가능성 타진'이라는 목적에 부합하기 위해 발효가 완료된 가시파래 막걸리의 원주에 물과 설탕을 일정량 추가하여 시판 막걸리의 당도(8%) 및 알코올 함량(6%) 조건과 유사한 수준으로 보정하여 진행하였다. 평가 결과, 전반적인 기호도를 포함한 모든 항목에서 가시파래 함유량 10% 막걸리가 만점인 7점에 가까운 높은 점수를 받았다. 가시파래 5% 첨가군 막걸리는 대조군인 쌀막걸리에 비해 미묘한 색깔 차이는 있으나 구분이 어려우며 파래 향이 거의 느껴지지 않아 파래 막걸리라는 제품성을 고려했을 때 큰 장점이 없을 것이라는 평이었으며, 그에 비해 가시파래 10% 첨가 막걸리는 파래 특유의 향이 느껴지나 거부감이 없으며 신선한 바다향이 은은하게 느껴져 해조류 막걸리라는 주제로써 신선하다는 평을 받았다. 특히, 본 연구실의 청각 막걸리와 비교 시 가시파래 10% 첨가 막걸리의 초록빛과 파래 고유의 향이 느껴졌고 특유의 청량감이 있음이 일부 패널에 의해 언급되었다.

본 연구결과와 종합적 고려 시, 가시파래 10%를 첨가한 막걸리의 알코올 생성은 우수하였으며 향산화 효과(DPPH:ABTS 라디칼 소거능=75.87%:90.85%) 역시 매우 우수하였다. 이와 동시에 파래 특유의 신선한 향미에 기인한 전반적 선호도가 매우 높았다. 따라서 파래 첨가에 따른 향산화 기능의 강화와 신선한 향미가 가미된 파래 막걸리의 개발 가능성이 높은 것으로 판단된다. 그러나 가시파래 막걸리를 포함한 해조류 막걸리의 보다 심도 있는 연구 및 개발을 위해서는 이화학적 분석, 미생물학적 분석 및 영양·기능학적 분석 등 다양한 방면에서 구체적인 연구의 확대가 필요할 것으로 사료된다.

References

- Bae SM, Han SM, Choi JM, Lee JS and Kim HK. 2016. Manufacturing of Korean traditional rice wine, *Makgeolli*, supplemented with strawberry and its physicochemical and microbial properties during fermentation. *Korean J Mycol* 44, 307-313. <https://doi.org/10.4489/KJM.2016.44.4.307>.
- Baek SY and Kim MR. 2019. Comparison of quality characteristics and antioxidant activity of *Enteromorpha prolifera* from Seosan and Muan in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 48, 1070-1078. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2019.48.10.1070>.
- Cho HK, Lee JY, Seo WT, Kim MK and Cho KM. 2012. Quality characteristics and antioxidant effects during *Makgeolli* fermentation by purple sweet potato-rice *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 44, 728-735. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.6.728>.
- Jeon MH and Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *Makgeolli*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40, 444-449. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.3.444>.
- Jeon EB, Choi MS and Park SY. 2019. Quality characteristics and antioxidant effects on the Korean traditional rice Wine *Makgeolli* supplemented with *Codium fragile* during fermentation. *Korean J Fish Aquat Sci* 52, 224-231. <https://doi.org/10.5657/KFAS.2019.0224>.
- Jeong JW, Park KJ, Kim MH and Kim DS. 2006. Quality characteristics of *Takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Pres* 13, 329-336.
- Jung KJ, Jung CH, Pyeun JH and Choi YJ. 2005. Changes of food components in Mesangi (*Capsosiphon fulvecense*), Gashiparae (*Enteromorpha prolifera*), and Cheonggak (*Codium fragile*) depending on harvest times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34, 687-693. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.5.687>.
- Kim BH and Eun JB. 2012. Physicochemical and sensory characteristics of *Makgeolli* with Pomegranate (*Punica granatum L.*) juice concentrate added. *Korean J Food Sci Technol* 44, 417-421. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2012.44.4.417>.
- Kim SJ, Lee GS, Moh SH, Park JB, Auh CK, Chung YJ, Ryu TW, Lee TK. 2013. Phenolic contents and antioxidant activities of six edible Seaweeds. *J Korea Acad Industr Coop Soc* 14, 3081-3088. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.6.3081>.
- Kim MS, Kim KM, Han DH, Ko KW and Kim SY. 2018. Antibacterial activity and other functions of *Codium fragile* and *Chaenomeles sinensis* extracts by extraction method. *Korean Soc Biotechnol Bioeng J* 33, 89-94. <https://doi.org/10.7841/ksbj.2018.33.2.89>.
- Kwak CS, Kim SA and Lee MS. 2005. The correlation of antioxidative effects of 5 Korean common edible seaweeds and total polyphenol content. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34, 1143-1150. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.8.1143>.
- Lee DH, Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee DH and Lee JS. 2005. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional wine by using Gugija (*Lycii fructus*). *Korean J Food Sci Technol* 37, 789-794.
- Lee HH, Kim IJ, Kang ST, Kim YH, Lee JO and Ryu CH. 2010. Development of black garlic *Yakju* and its antioxidant activity. *Korean J. Food Sci. Technol* 42, 69-74.
- Lee HN. 2013. Quality characteristics of *Makgeolli* added with *Vaccinium macrocarpon ait.* Graduate school, Myongji University, Seoul, Korea.
- Park MJ, Kim HK, Choi KK, Koo BY and Lee SK. 2016. Fermentation characteristics of *Makgeolli* containing aronia (*Aronia melanocarpa*, Black chokeberry). *Korean J Food Sci Technol* 48, 27-35. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2016.48.1.27>.
- Que F, Mao L, Zhu C and Xie G. 2006. Antioxidant properties

- of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci Technol* 39, 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.01.001>.
- Song YR, Lim BU, Song GS and Baik SH. 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of *Makgeolli* supplemented with Omija Berries (*Schizandra chinensis Baillon*). *Korean J Food Sci Technol* 47, 328-335. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2015.47.3.328>.
- Wang SJ, Lee HJ, Cho JY, Jang MY, Park KH, Moon JH. 2012. Inhibition effect against the rat blood plasma oxidation of the *Makgeolli* (Takju) Korean rice wine. *Korean J Food Preserv* 19, 116-122. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2012.19.1.116>.
- Yang HS and Eun JB. 2011. Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*Makgeolli*) added with citron (*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) juice. *Korean J Food Sci Technol* 43, 438-445. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2015.47.3.328>.