

적용과 분말 첨가량을 달리한 과하주의 품질 특성

추은정¹ · 진소연^{2*}

¹숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 석사과정,

²숙명여자대학교 문화예술대학원 전통식생활문화전공 교수

Quality Characteristics of *Gwahaju* (Korean Traditional Fortified Rice Wine) Prepared with Different Amounts of Red-Fleshed Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Powder

Eun-Jung Choo¹ and So-Yeon Jin^{2*}

¹Master Student, Dept. of Traditional Culinary Culture, Graduate School of Korean Traditional Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Traditional Culinary Culture, Graduate School of Korean Traditional Arts, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Republic of Korea

ABSTRACT

In this study, we assessed the quality characteristics, antioxidant activity, and sensory attributes of *Gwahaju* (Korean traditional fortified rice wine) prepared using varying amounts (0%, 0.5%, 1%, 1.5%) of red-fleshed dragon fruit powder. During the fermentation period, a slight decrease in the alcohol content of the *Gwahaju* was observed with the addition of red-fleshed dragon fruit powder, with the alcohol content ranging between 21.33% and 21.64%. The pH of the *Gwahaju* remained within the range of 4.01 to 4.09. There was a slight increase in the content of soluble solids over the fermentation period, with the final soluble solids content of the *Gwahaju* ranging from 22.47 to 22.87 °Brix %. The color evaluation showed that the brightness (L value) decreased as the proportion of red-fleshed dragon fruit powder increased. Redness (a value) decreased with the fermentation period but increased with higher levels of red-fleshed dragon fruit powder. Yellowness (b value) increased with both the fermentation period and increasing levels of red-fleshed dragon fruit powder. The total phenol content and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activities also increased as the proportion of red-fleshed dragon fruit powder increased. The sensory evaluations revealed that the *Gwahaju* with 1% red-fleshed dragon fruit powder was preferred over other combinations. Therefore, *Gwahaju* supplemented with 1% red-fleshed dragon fruit appears to be the most suitable combination for manufacturing.

Key words: *Gwahaju*, Korean traditional fortified rice wine, red-fleshed dragon fruit, *Hylocereus polyrhizus*, quality characteristics

서론

지구온난화의 영향으로 우리나라는 사계절이 뚜렷한 온대 기후가 아열대 기후로 변화하고 있어, 전통재배 과실을 대체하면서도 우리 실정에 맞는 아열대 품종 과일생산의 재배면적이 증가하고 있다(Kim SH & Kim AJ 2020). 최근 우리나라에서 재배가 시작된 귀화재배 작물인 용과(*Hylocereus undatus*)는 dragon fruit 또는 pitaya라고도 불리는데(Yun EJ 등 2020), 용과 과육 속의 검은 씨앗에는 불포화지방산의 함량이 높아 중성지방 감소 및 심혈관질환의 위험을 낮추는 것으

로 보고되고 있다(Bia X & Zang H 2017). 용과 품종 중에 겉껍질과 과육 모두 진한 붉은 색을 띠는 적용과는 최근 제주도 및 전라남도를 중심으로 재배가 시작되고 있다(Rural Development Administration [RDA] 2017; Lee SH 등 2018). 적용과는 일반용과에 비해 생리활성 성분이 높고, 붉은색의 베타시아닌(beta-cyanin) 함량이 높아 강력한 항산화능 및 진홍색 천연색소로써 활용가능성이 높다(Liaotrakoon W 등 2013). 그러나 과일의 가식부가 적고, 폐기물로 버려지는 껍질의 비율이 57%로 다른 과일에 비해 높고(Kim YR 등 2022), 열매 자체의 단맛이나 청량감이 부족하고, 생과의 경우 유통기한이 짧기 때문에, 안정적인 생산 및 부가가치를 높이기 위해서는 적용과의 껍질과 과육을 함께 이용하여 천연색소 성분을 활용할 수 있는 가공식품으로의 개발이 필요하다.

* Corresponding author : So-Yeon Jin, Tel: +82-2-2077-7473, Fax: +82-2-2077-7473, E-mail: syjin@sm.ac.kr

우리나라는 삼국시대 및 고려시대를 거쳐 오면서 술을 빚는 기술이 발달하였고, 주식인 쌀을 주재료로 발효제인 누룩을 이용하여 지역 및 집안마다 독특한 가양주 문화가 발달하였다(Kim IH 등 1996). 전통주 중 과하주(過夏酒)는 이름 그대로 ‘여름을 나는 술’이라는 뜻으로, 술의 발효 과정에서 증류주인 소주를 첨가하여 여름에도 변질이 일어나지 않고, 당화 발효 중 알코올이 첨가되어 도수가 있으면서도 단맛이 나는 것이 특징이다(Lee SW 등 1992). 과하주는 발효주처럼 부드러운 맛과 향을 가지면서도, 18~25도 정도의 도수를 갖게 되어 저장성이 좋다(Ryu IS 2014). 그러나 1954년 주세법 개정으로 과하주 항목이 삭제되면서 다양한 제조법을 가진 과하주의 명맥이 끊기고 있는 실정이지만(Heo SM 2010), 고문헌에는 소곡주 다음으로 제조방법이 많이 기록되어 있는 조선시대의 대표적인 전통주이다(Park RD 1999). 과하주가 기록된 우리나라의 최초 문헌은, 1554년 어숙권이 집필한 고사촬요(故事撮要)이고, 그 후 1670년 경의 음식디미방, 1700년 초의 음식보, 1800년 초의 술방문, 1900년 초의 부인 필지 등 약 40여 편의 고서에서 명주로 소개되고 있다(Kim IH 1996). 고문헌에 소개된 과하주는 곡물로 빚은 발효주에 소주를 섞고, 수곡을 사용하고, 술빛은 흰수를 달리고, 송순이나 약재 등 여러 부재료를 첨가하는 등 다양한 제조법이 존재하였다(Ryu IS 2014). 과하주에 관한 선행연구를 살펴보면, 수곡 첨가량에 따른 과하주의 발효특성(Kim IH 등 1996), 고문헌에 나와 있는 과하주의 제조방법에 대한 문헌 연구(Lee SW 등 1992; Lee SH 2014), 과하주의 특징적 요소의 정의에 대한 연구(Kang SY 2022) 외에, 과하주에 기능성 부재료를 첨가하여 저장과정 중의 이화학적 특성을 살펴본 연구는 아직까지 전무한 실정이다. 최근 전통주의 경우, 위탁제조와 온라인을 통한 통신판매가 허용되면서 출고금액이 꾸준히 증가하고 있으며(National Tax Service 2022), 한류의 영향으로 우리 술의 해외 수출도 지속적으로 이루어지고 있다(Han KM 2020). 과하주는 특유의 단맛을 지니면서도 저장성이 우수하기 때문에, 막걸리나 약주에 비해 유통상의 큰 이점을 가지고 있어, 상품화를 위해 현대에 복원하고 발전 방향을 제시하는 연구가 필요한 시점이라 하겠다. 이에 본 연구에서는 최근 우리나라에서 재배가 시작되고 있는 적용과를 과하주에 첨가하여 품질 특성과 관능적 특성 및 항산화능을 평가하였다. 이를 통하여 과하주 연구의 기초자료를 제시하고, 적용과를 첨가한 전통주의 상품성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용된 적용과는 2021년 전라남도 구례 소재

의 용과 농가에서 수확한 것을 구입하여 사용하였다. 누룩은 정철기누룩(Hangugbalhyo, Namwon, Korea), 쌀은 전라남도 장흥군에서 2020년 수확한 찹쌀, 물은 시판 생수(LG, Pyeongchang, Korea)를 이용하였으며, 옛기름(Youngyang F&S, Icheon, Korea)과 30도 소주(Dulyu traditional brewing, Hongcheon, Korea)를 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 추출용매는 99.5% 에탄올(Ethyl alcohol, Duksan, Ansan, Korea)을 증류수로 70% 희석하여 사용하였다. 또한 본 실험에 사용한 Folin-Ciocalteu reagent, gallic acid, quercetin, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 등의 시약은 Sigma Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 특급시약을 사용하였다.

2. 적용과 분말 제조

적용과는 세척 후, 껍질과 과육을 분리하고 절단하여, 식품 건조기(LD-528ECO, L'EQUIP, Zhejiang, China) 45℃에서 8시간 동안 건조시켰다. 시료로 사용한 적용과 10개의 총 무게는 5.1 kg이었으며, 껍질과 과육의 비율은 12.84:87.16이었다. 건조시킨 껍질과 과육을 함께 분쇄기(DKS-5200, Delki, Foshan, China)로 갈아 분말화한 다음에 25 mesh 표준망체에 내린 후, 폴리에틸렌 백에 넣어 -20℃에서 보관하여 사용하였다.

3. 적용과 첨가 과하주 제조

적용과를 첨가한 과하주의 제조방법은, 조선시대 고문헌 중 「봉접요람(捧接要覽)」(Lee SY ed. 2021)과 「술방문」(Korean Intellectual Property Office 2023)의 제조법을 참고하여 밀술 제조 시 누룩과 옛기름을 함께 사용하였으며, 과하주에 투입된 쌀과 누룩의 양은 예비실험을 통해 조건을 설정하였다. 밀술 제조 시 누룩의 양은 쌀의 10%로 하였고, 밀술을 제조한 뒤 덧술에 첨가량을 달리한 적용과 분말을 넣어 3일 동안 발효시킨 후에 소주를 넣어 5주간 저장하면서 숙성시켰다(Table 1).

1) 밀술 제조

찹쌀 2.8 kg을 씻은 뒤 4시간 동안 불린 다음, 1시간 동안 탈수한 후 찜기를 이용해 고두밥을 지었다. 고두밥에 생수 1.4 L와 옛기름가루 28 g을 넣고 혼합한 후, 열탕 소독한 유리 용기에 담아 55℃의 incubator(INB-15R, Jeongbiotec, Incheon, Korea)에서 6시간 동안 당화시켰다. 이후 냉각하여 누룩 350 g을 넣고 혼화한 뒤, 25℃에서 18시간 동안 발효하여 밀술 약 6 kg을 제조하였다.

2) 덧술 제조

밀술 제조와 같이 찹쌀 2 kg을 고두밥으로 찌고 25℃까지

Table 1. Formula for preparation of *Gwahaju* produced by various amounts of red-fleshed dragon fruit powder

Samples	Ingredients					
	Rice (g)	Water (mL)	Nuruk (g)	Red dragon fruit powder (g)	Mit-Sool (g)	Soju (mL)
Mit-Sool	2,800	1,400	350	-	-	-
0%	500	250	-	-	1,400	1,000
0.5%	500	250	-	5	1,400	1,000
1%	500	250	-	10	1,400	1,000
1.5%	500	250	-	15	1,400	1,000

식힌 다음, 고두밥을 4등분하여 적용과 분말을 원료 대비 각각 0%, 0.5%, 1%, 1.5%를 첨가했다. 앞서 제조한 밑술을 4등분 하여 1.4 kg 씩 넣은 후 각각 20분간 혼합한 다음, 열탕 소독한 유리 용기에 담아 25℃의 incubator(INB-15R, Jeongbiotec)에서 3일간 발효하였다.

3) 소주 첨가

4개 시료에 각각 30도의 소주 1 L를 넣고, 20℃의 incubator (INB-15R, Jeongbiotec)에서 5주간 숙성시켰다. 적용과 과하주는 소주 첨가 후 3일 뒤부터 1주에서 5주차까지 1주일의 간격으로 시료를 채취하여, 원심분리기(MPW-54, Med. instruments, Warszawa, Poland)로 3,500 rpm에서 2분간 원심 분리하고 상등액을 분석용 시료로 사용하였다.

4. 이화학적 특성 분석

1) 알코올 함량 측정

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 알코올 측정은, 국세청의 주류분석규정(National Tax Service 2010)에 따라서 각각의 시료 100 mL를 증류한 뒤 증류액 70 mL에 증류수를 더하여 최종 용량이 100 mL가 되도록 조절한 후 주정계(211-DK-12, Deakwang, Seoul, Korea)로 값을 읽고, Gay-Luccac의 주정환산표에서 15℃로 보정하여 1주일 간격으로 알코올 함량을 측정하였다.

2) 가용성 고형물 함량

가용성 고형물 함량 측정은 당도계(Poket PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 1주일 간격으로 측정하였고, Brix %로 표시하였다.

3) pH 측정

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 pH는 pH 측정

기(FP20, Mette-toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 1주일 간격으로 측정하였다.

4) 색도 측정

적용과 과하주의 색도는 Colorimeter(CR-310, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)로 1주일 간격으로 측정하였으며, 이 때 사용한 standard plate의 L, a, b 값은 각각 97.94, 0.29, 1.87이었다.

5. 총 폴리페놀 함량 측정

최종 발효가 완료된 후, 적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis phenol method의 방법을 응용한 Yu L 등(2002)의 방법을 사용하였다. 숙성이 완료된 적용과 과하주 150 µL에 2 N Folin-Ciocalteu reagent 50 µL와 증류수 2,400 µL를 첨가한 뒤 3분간 반응시켰다. 이 반응액에 1 N Na₂CO₃(sodium carbonate) 300 µL를 가하여 2 시간 동안 암소에서 반응시킨 다음, UV-VIS 분광광도계(T60UV, Jasco, Tokyo, Japan)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 이용하여 검량선을 작성한 후 mg GAE/g으로 총 폴리페놀 함량을 나타내었다. 검량선의 표준곡선의 방정식은 $y=0.0112x+0.217$ 이었으며, R^2 값은 0.9876이었다.

6. DPPH 자유라디칼 소거활성 측정

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 DPPH 자유라디칼 소거활성의 측정은, 숙성이 완료된 과하주 900 µL에 DPPH 용액(1.5×10^{-4}) 300 µL를 가하여 교반하였다. 그 뒤, 암소에서 30분간 반응시킨 후 UV-VIS 분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하고, 시료 대신 에탄올을 첨가한 대조구의 흡광도를 측정하여 DPPH 자유라디칼 소거활성을 나타내었다.

DPPH free radical scavenging activity (%) =
(1 - Sample absorbance/Control absorbance) × 100

검증을 시행하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

7. 관능적 특성 평가

발효와 숙성을 마친 적용과 과하주에 대하여, 전통주 교육을 이수중인 양조업 관련자 25명을 대상으로 적용과 과하주의 기호도 및 관능적 특성에 대하여 평가하였다. 평가를 시작하기 한 시간 전부터 물을 제외한 음료 및 음식의 섭취를 금하고, 구강 청정제나 강한 향이 있는 화장품이나 향수를 사용하지 않도록 하였다. 시료는 3자리 난수표로 표시한 유리잔에 30 mL씩 제공하였으며, 입을 헹굴 수 있는 생수를 함께 준비하였다. 기호도는 색(color), 향(aroma), 맛(taste), 질감(mouthfeel), 전반적인 기호도(overall preference)의 총 5가지 항목을 평가하였다. 관능적 특성은 투명도(transparency), 적색강도(redness), 과실향(fruity flavor), 알콜취(alcohol flavor), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness)의 6가지 항목의 강도에 대해 평가하도록 하였다. 본 연구는 숙명여자대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 진행하였다(approval Number: SMWU-2108-HR-081).

8. 자료 분석 방법

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 이화학 및 향산화 실험은 각각 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차로 표시하였다. 자료의 통계 분석에는 SPSS Statistics(ver. 23.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 One-way ANOVA(일원배치분산분석)를 실시하였고, 유의적 차이가 있는 항목은 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통해 사후

1. 적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 숙성기간 중 이화학적 특성 변화

1) 알코올 함량 변화

적용과 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 숙성기간별 과하주의 알코올 함량 변화는 Table 2와 같다. 저장 1주차 적용과 과하주의 알코올 함량은 22.65~24.21%로 측정되었으며, 저장 2주차에는 21.54~23.92%, 저장 3주차에는 21.28~23.67%, 저장 4주차에서는 21.27~22.33%로 측정되었다. 저장 기간이 지남에 따라 알코올 함량은 소폭 감소하는 경향을 나타냈으며, 숙성이 끝난 5주차 과하주의 알코올 함량은 21.33~21.64로 측정되었다. 적용과 분말 첨가량에 따른 과하주의 알코올 함량은 저장 1~3주차까지는 적용과 첨가량이 증가할수록 알코올 함량 또한 소폭 높았으나, 숙성이 완료된 5주차에서는 적용과 첨가량에 따른 알코올 함량의 유의적 차이가 나타나지 않았다. 과하주는 주정강화발효주(Alcohol fortified fermented wine) 중의 하나로, 곡물인 쌀을 주원료로 하여 발효 중인 술덧에 증류주를 투입하여 발효를 조절함으로써 술의 향미와 보존성을 제어할 수 있다(Kang SY 2022). 발효가 진행되면서 쌀의 전분은 누룩에 포함된 전분 분해효소에 의해 당분으로 분해되고, 이렇게 생성된 당분은 효모의 대사작용을 통해 알코올과 CO₂로 분해되면서 술덧 중의 알코올 함량이 증가하게 된다(Han EH 등 1997). 그

Table 2. Changes of alcohol contents in *Gwahaju* with red-fleshed dragon fruit powder during fermentation period

Samples ¹⁾	Fermentation period (week)					F-value
	1	2	3	4	5	
0%	22.65±0.52 ^{2)ac}	21.54±0.12 ^{bcC}	21.28±0.06 ^{cC}	21.85±0.12 ^{bcB}	21.64±0.76 ^{bc}	4.323*
0.5%	22.80±0.00 ^{ac}	22.67±0.50 ^{aB}	22.54±0.30 ^{aB}	21.43±0.50 ^{bcB}	21.35±0.58 ^b	3.931*
1%	23.43±0.26 ^{aB}	22.53±0.12 ^{cB}	22.77±0.12 ^{bB}	21.27±0.06 ^{dc}	21.33±0.58 ^d	2.682***
1.5%	24.21±0.68 ^{aA}	23.92±0.06 ^{aA}	23.67±0.06 ^{ba}	22.33±0.06 ^{eA}	21.67±0.58 ^{cd}	0.887***
F-value	54.203***	11.324***	9.534***	534.028**	426.094	

¹⁾ 0: *Gwahaju* without red-fleshed dragon fruit powder.

0.5: *Gwahaju* with 0.5% red-fleshed dragon fruit powder.

1: *Gwahaju* with 1% red-fleshed dragon fruit powder.

1.5: *Gwahaju* with 1.5% red-fleshed dragon fruit powder.

²⁾ Each value is mean±S.D. (n=3). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

^{a-d} Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{A-C} Values with different large letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

러나 술덧에 알코올 도수가 높은 증류주를 투입하게 되면 알코올 생성은 멈추게 되는데, 술덧의 알코올 분이 21% 이상이 되면 효모는 자기세포가 파괴되거나 더이상 생육하지 못하여 알코올을 생성하지 못하게 된다(Kim KW 등 2012; Ryu IS 2014). 과하주의 최종 알코올 함량은 증류주의 투입 시점에 따라 달라지게 되는데, 발효 초반에 증류주를 넣으면 술 자체의 알코올 분이 증가하게 되어 효모에 의한 당소비가 줄어들게 되어 당분이 술에 축적되고, 최종 알코올 도수는 낮아진다. 또한 반대로 증류주의 투입시점을 뒤로 늦추게 되면 알코올 도수가 높으며, 당도는 낮은 술이 된다(Ryu IS 2014).

본 연구에서도, 이와 같이 술덧에 증류주를 투입한 이후에는 더이상 효모에 의한 알코올 생성이 일어나지 않음을 확인할 수 있었으며, 숙성기간이 지남에 따라 알코올 도수가 미미하게 감소한 것은 술덧의 CO₂가 배출되는 과정에서 미량의 알코올이 함께 기화되었기 때문인 것으로 사료된다. 또한 적용과 첨가량에 따른 알코올 함량에 일정한 경향은 보이지 않아, 적용과 분말이 과하주의 알코올 함량에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

2) pH 변화

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 pH의 변화는 Table 3과 같다. 저장 1주차 과하주의 pH는 4.01~4.05로 측정되었으며, 저장 2주차 과하주의 pH는 4.03~4.08, 3주차에는 4.09~4.09로 증가하였고, 발효 4주차에 4.02~4.08로 나타났으며, 발효가 완료된 5주차의 pH는 4.01~4.09로 측정되었다. 저장 기간별로 pH함량에 소폭의 차이는 보였으나, 저장 기간에 따른 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 일반적으로 술의 발효 초기에는 효모와 같은 미생물이 유기산의 생성 및 효모에 인산소비와 암모니움 이온 흡수에 의하여 pH는 낮아지게 되며(Choi SI 등 2013), 발효가 진행되면서 유

기산이 발효 중 향미 성분의 형성 등에 이용될 경우 pH는 다시 높아지게 된다(Lee YJ 등 2018). 그러나 술덧의 알코올분이 15%를 넘으면 이러한 변화가 중단되게 되는데(Ryu IS 2014), 본 연구에서도 과하주에 함유된 높은 알코올 함량이 숙성기간 동안 pH의 변화를 일으키지 않은 것으로 사료된다. 적용과 분말의 첨가량에 따른 pH 변화를 살펴보면, 무첨가군보다 적용과 분말 첨가군의 pH가 조금 높게 측정되었으나, 첨가량에 따른 뚜렷한 경향을 보이지는 않았다.

3) 가용성 고형물의 함량 변화

적용과의 첨가량을 달리한 과하주의 가용성 고형물 함량 변화는 Table 4와 같다. 저장 기간에 따른 과하주의 가용성 고형물의 함량은 유의적인 차이가 있었다($p < 0.001$). 저장 1주차의 과하주의 가용성 고형물의 함량은 19.67~19.98 °Brix %였으며, 저장 2주차에는 20.56~21.48 °Brix %, 저장 3주차에는 21.67~22.95 °Brix %로 소폭 증가하다가, 저장 4주차에서 5주차까지는 당도의 변화가 나타나지 않았다. 저장과 숙성이 끝난 적용과 과하주의 최종 가용성 고형물 함량은 22.47~22.87 °Brix %로 측정되었다.

술덧의 가용성 고형물은 효모의 영양원이나 알코올 발효의 기질로 이용되고, 주류의 향기와 감미에 영향을 주는 주요성분이 된다(Lee YJ 등 2012). 술덧의 발효가 시작되면 당화가 먼저 일어나고 그 다음에 미생물의 증식과 알코올 생성이 일어나, 발효 초반에는 가용성 고형물의 함량이 높게 나오지만, 시간이 지날수록 효모의 대사작용에 의해 가용성 고형물의 함량은 점차 낮아지게 된다. 그러나 이러한 발효 과정 중에 알코올 도수가 높은 소주를 투입하게 되면 효모의 생육이 저하되어, 미처 알코올로 변하지 못한 가용성 고형물이 술 속에 남아 과하주의 단맛을 높이게 된다(Kang SY 2022). 반면 증류주 첨가 이후에도 당화 효소는 계속 작용하

Table 3. Changes of pH in *Gwahaju* with red-fleshed dragon fruit powder during fermentation period

Samples ¹⁾	Fermentation period (week)					F-value
	1	2	3	4	5	
0%	4.03±0.04 ^{2)BC}	4.03±0.01 ^c	4.07±0.02 ^a	4.05±0.01 ^{bC}	4.01±0.01 ^{dCD}	9.464*
0.5%	4.04±0.00 ^{eB}	4.05±0.01 ^d	4.08±0.01 ^a	4.06±0.01 ^{bB}	4.02±0.01 ^{bAC}	8.733**
1%	4.05±0.01 ^{aA}	4.05±0.01 ^a	4.04±0.01 ^b	4.02±0.01 ^{cD}	4.05±0.01 ^{aB}	1.788**
1.5%	4.01±0.02 ^C	4.08±0.06	4.09±0.05	4.08±0.00 ^A	4.09±0.01 ^A	6.806
F-value	0.814*	12.792	17.543	2.056***	0.803***	

¹⁾ Refer to the comment in Table 2.

²⁾ Each value is mean±S.D. (n=3), * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

^{a-e} Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

^{A-C} Values with different large letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 4. Changes of soluble solid contents (°Brix %) in *Gwahaju* with red-fleshed dragon fruit powder during fermentation

Samples ¹⁾	Fermentation period (week)					F-value
	1	2	3	4	5	
0%	19.63±0.06 ^{2)c}	20.56±0.00 ^d	21.67±0.00 ^{cC}	23.00±0.06 ^{aA}	22.87±0.06 ^{abB}	137.203 ^{***}
0.5%	19.70±0.00 ^d	21.34±0.06 ^c	22.00±0.00 ^{bBC}	22.43±0.05 ^{aD}	22.47±0.07 ^{ab}	413.262 ^{***}
1%	19.67±0.06 ^d	21.45±0.47 ^c	22.20±0.00 ^{bB}	22.60±0.00 ^{aC}	22.60±0.26 ^{aC}	285.389 ^{***}
1.5%	19.98±0.19 ^d	21.48±0.45 ^c	22.95±0.00 ^{bA}	22.87±0.05 ^{ab}	22.77±0.06 ^{aA}	147.676 ^{**}
F-value	11.068	5.219	3.661 [*]	4.053 ^{***}	458.235 ^{**}	

¹⁾ Refer to the comment in Table 2.

²⁾ Each value is mean±S.D. (n=3) * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-d} Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-D} Values with different large letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

여, 술덧에 남은 가용성 고형물은 계속 축적되어 술의 가용성 고형물은 쌓이게 된다(Ryu IS 2014). 본 연구에서도 증류주 투입 이후 숙성기간이 증가할수록 4주차까지 가용성 고형물의 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 적용과의 첨가량에 따른 가용성 고형물 함량은 일정한 경향을 보이지는 않았다. 따라서 본 연구 결과 적용과 분말의 최대 첨가량이 1.5% 이하의 미량의 적용과 분말 첨가는 과하주의 가용성 고형물 함량에 큰 영향을 미치지 않는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 알코올 함량의 변화와 유사한 경향이였다.

4) 색도 변화

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 숙성기간 중 색도 변화는 Table 5와 같다. 명도를 나타내는 색도 L값은 저장 1주차에서 68.26~96.85로 나타났으며, 저장 5주차에는 88.71~95.14로 나타났다. 무첨가군을 제외한 적용과 분말 첨가 시료의 경우 1주차보다 숙성 5주차의 명도값이 증가하였다. 적용과 분말 첨가량에 따라서도 명도값에 차이를 보였는데, 적용과의 첨가량이 증가할수록 명도값은 낮게 측정되었다. 적색도의 경우 숙성기간이 증가함에 따라 모든 시료의 적색도 값은 감소하는 경향을 보였으며, 적용과 분말의 첨가량이 증가할수록 적색도 또한 증가하였다. 황색도의 경우에도 적용과의 첨가량이 많을수록 황색도 또한 높게 측정되었으며, 무첨가군을 포함하여 모든 시료에서 발효기간이 증가할수록 황색도가 증가하는 경향을 나타냈다.

품질이 좋은 과하주는 술의 빛이 연한 연두색이나 황금색이 나고, 품질이 좋지 않은 과하주는 갈색에 가까우며, 여기에 맑고 투명한 소주가 발효 중인 술덧에 투입되면 과하주의 색이 맑아지게 되는데(Ryu IS 2014), 본 연구에서도 숙성기간이 증가할수록 황색도가 증가하여 과하주 특유의 황금색을 띄고, 명도가 증가하는 것을 통해 과하주가 색이 맑아졌

음을 확인할 수 있었다.

적용과는 껍질과 과육 모두 특유의 진홍색을 나타내는데, 덧술에 적용과 분말을 첨가하여 제조한 초기에는 매우 진한 선홍색을 띄다가, 증류주 첨가 후에는 점차 색이 밝아지면서 명도와 황색도가 증가하고 적색도는 감소하였다.

적용과에는 betalain(알칼로이드 색소)에 속하는 betacyanins 및 betaxanthin 계열 성분이 풍부하다(Lee SH 등 2018). 따라서 적용과 추출물을 지초를 이용하여 술에 붉은색을 내는 진도 홍주와 감홍로와 같이 전통주에 아름다운 붉은색을 더하는 천연색소로서 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 총 폴리페놀 함량

적용과 분말 첨가량을 달리하여 제조한 과하주의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 무첨가군의 폴리페놀 함량은 52.56 mg GAE/100 g으로 가장 낮게 나타났으며, 적용과 분말 1.5% 첨가군이 72.68 mg GAE/100 g으로 가장 높게 측정되었다. 적용과를 첨가한 과하주의 총 폴리페놀 함량이 60.96~72.68 mg GAE/100 g으로 무첨가군에 비해 높게 나타났으며, 적용과의 첨가량이 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량 또한 높게 측정되었다($p<0.03$).

용과의 부위별 플라보노이드 특성을 비교한 Lee SH 등 (2018)의 연구에서 용과의 과육에서는 플라보노이드가 거의 검출되지 않았으나, 용과의 과피에서 플라보노이드 성분이 높게 측정되는데, 용과의 주요 플라보노이드 성분인 narcissin은 자유 라디칼 소거에 의한 항산화효과 및 항염효과를 나타내는 것으로 보고되었다(Antunes-Ricardo M 등 2015). 용과의 생리활성을 평가한 Kim YR 등(2022)의 연구에서도, 용과 과피가 과육에 비해 폴리페놀, 플라보노이드, 셀레늄의 함량이 높다고 보고되었다. 그러므로 본 연구와 같이 적용과의 껍질과 과육을 함께 이용하는 것이 폴리페놀과 같은 생리활

Table 5. Changes of color parameters in *Gwahaju* with red-fleshed dragon fruit powder during fermentation period

Color difference	Samples ¹⁾	Fermentation period (week)					F-value
		1	2	3	4	5	
L value	0%	96.85±0.02 ^{2)CA}	97.00±0.01 ^{bA}	97.10±0.04 ^{aA}	95.71±0.06 ^{dA}	95.14±0.04 ^{eA}	74.749 ^{***}
	0.5%	88.22±0.03 ^{eB}	92.09±0.08 ^{dB}	94.34±0.08 ^{aB}	93.58±0.12 ^{bB}	93.36±0.10 ^{cB}	7.397 ^{**}
	1%	73.72±0.07 ^{dC}	88.82±0.01 ^{cC}	91.99±0.03 ^{aC}	90.64±0.03 ^{bC}	90.38±0.06 ^{bC}	6.281 ^{**}
	1.5%	68.26±0.04 ^{dD}	79.80±0.03 ^{eD}	85.78±0.03 ^{bD}	86.10±0.24 ^{bD}	88.71±0.26 ^{aD}	10.262 ^{***}
	F-value	20.070 ^{***}	108.050 ^{***}	28.453 ^{***}	25.953 ^{***}	11.753 ^{***}	
a value	0%	-2.54±0.52 ^{abD}	-2.97±0.02 ^{bD}	-2.46±0.04 ^{aD}	-2.95±0.01 ^{bC}	-3.24±0.04 ^{eD}	517.063 ^{***}
	0.5%	11.36±0.05 ^{aC}	7.12±0.06 ^{bC}	-2.09±0.03 ^{cC}	-3.67±0.01 ^{eD}	-3.00±0.05 ^{dC}	88.581 ^{**}
	1%	26.22±0.08 ^{aB}	11.38±0.01 ^{bB}	1.93±0.02 ^{eB}	-0.73±0.01 ^{eB}	-0.31±0.01 ^{dB}	58.007 ^{***}
	1.5%	34.61±0.09 ^{aA}	15.70±0.01 ^{bA}	8.30±0.58 ^{cA}	6.95±0.53 ^{dA}	1.13±0.06 ^{eA}	61.838 ^{***}
	F-value	1.607 ^{***}	5.227 ^{***}	529.841 ^{***}	11.007 ^{***}	113.723 ^{***}	
b value	0%	5.86±0.01 ^{eD}	7.68±0.02 ^{dD}	8.75±0.02 ^{cD}	10.23±0.04 ^{bD}	11.47±0.01 ^{aD}	46.137 ^{***}
	0.5%	8.21±0.06 ^{cC}	9.54±0.07 ^{dC}	13.58±0.12 ^{cC}	18.18±0.04 ^{bC}	21.18±0.02 ^{aC}	77.302 ^{***}
	1%	11.27±0.02 ^{eB}	12.32±0.01 ^{dA}	13.94±0.12 ^{eB}	19.83±0.18 ^{bB}	29.43±0.07 ^{aB}	139.636 ^{***}
	1.5%	13.41±0.02 ^{dA}	12.14±0.03 ^{eB}	14.55±0.02 ^{eA}	23.03±0.30 ^{bA}	33.53±0.25 ^{aA}	233.667 ^{***}
	F-value	17.642 ^{***}	32.136 ^{***}	1,323.505 ^{***}	142.208 ^{***}	79.408 ^{***}	

¹⁾ Refer to the comment in Table 2.

²⁾ Each value is mean±S.D. (n=3). ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-c} Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

^{A-D} Values with different large letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

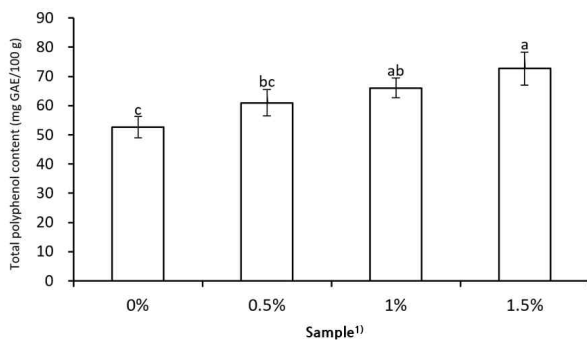


Fig. 1. Total polyphenol contents in *Gwahaju* with red-fleshed dragon fruit powder.

¹⁾ Refer to the comment in Table 2.

Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

성 물질을 이용하는데 더 효과적인 방법이라 사료되며, 이상의 결과를 통해 과하주에 적용과를 첨가하는 것은 과하주의 폴리페놀 함량을 높임을 확인할 수 있었다.

3. DPPH 자유라디칼 소거활성

적용과 분말의 첨가량을 달리한 과하주의 DPPH 자유라디칼 소거능 측정결과는 Fig. 2와 같다. 무첨가군의 DPPH 자유라디칼 소거능은 64.37%로 가장 낮게 측정되었으며, 적용과 첨가량이 증가할수록 과하주의 DPPH 자유라디칼 소거능이 높게 나타났다($p<0.03$). 적용과 분말 1.5% 첨가 과하주의 DPPH 자유라디칼 소거능이 89.20%로 가장 높게 측정되었는데, 이는 적용과 분말에 함유된 폴리페놀 및 betalain과 같은 다양한 항산화 물질이 과하주의 항산화능을 높였기 때문인 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 용과의 폴리페놀 함량과 항산화활성이 정의 상관관계를 보였다는 Kim YR 등 (2022)와 같은 경향이며, 이와 같은 결과를 바탕으로 적용과 분말을 과하주에 첨가하는 것은 과하주의 항산화능을 높여 기능성을 부여할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 관능적 특성 평가

적용과 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 과하주의 기호도 평가 결과는 Table 6과 같다. 색에 대한 기호도 평가 결과

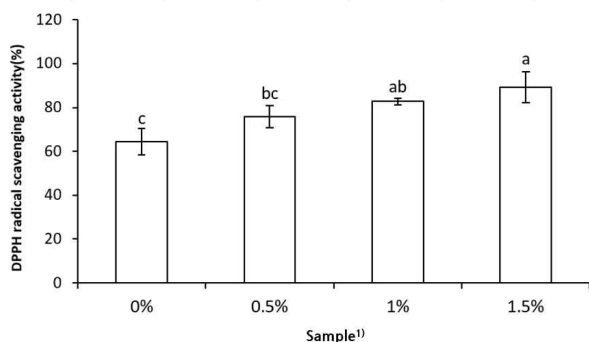


Fig. 2. DPPH free radical scavenging activity in Gwahaju with red-fleshed dragon fruit powder.

¹⁾ Refer to the comment in Table 2.

Values with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

적용과 첨가량에 따라 유의적인 차이가 나타났는데($p < 0.012$), 과하주에 적용과를 1% 첨가한 시료의 색 기호도가 5.52로 가장 높게 평가되었다. 향의 기호도에 대한 평가 결과 적용과 첨가량이 증가할수록 향 기호도 또한 증가했는데, 1% 첨가한 시료의 향 기호도가 5.18로 가장 높았으며, 무첨가군의 향 기호도가 4.27로 가장 낮게 평가되었다. 과하주의 맛에 대한 기호도는 적용과 분말 1% 첨가 시료의 기호도가 5.56으로 가장 높게 평가되었으며, 질감기호에서는 시료간의 유의

적인 차이가 나타나지 않았다. 전반적인 기호도의 경우 1% 첨가군이 5.77로 가장 높게 평가되었고, 무첨가군이 4.23으로 가장 낮게 평가되었다.

관능적 특성의 강도 평가 결과 과하주의 투명도는 무첨가군이 5.32로 가장 높았으며, 적용과의 첨가량이 증가할수록 과하주의 투명강도는 낮게 평가되었으며($p < 0.001$), 1% 첨가 시료의 투명도가 3.56으로 가장 낮았다. 적색강도의 경우에도 무첨가군이 1.59로 가장 낮았으며, 1.5% 첨가 시료의 적색강도가 3.38로 가장 높게 평가되어, 적용과 분말의 첨가량이 증가할수록 과하주의 적색강도 또한 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.001$).

적용과 분말 첨가 과하주의 과실향과 알콜취, 쓴맛 강도의 경우 시료간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 단맛 강도에 대한 평가결과 무첨가군이 4.45로 가장 낮게 평가되었고, 적용과 1% 첨가군이 5.74로 가장 높게 평가되었으나, 적용과 분말 첨가량에 따른 일정한 경향은 보이지 않았다.

17세기 중엽 과하주의 제조법이 기록된 한글조리서인 음식디미방에는 과하주의 맛이 '독하고 달다'라고 하였고(Han BR 등 ed. 2022), Kang SY(2022)의 연구에서 전통주 전문가 집단은 과하주의 특징적 정의 요소를 '독한 술'이라는 요소와 '단 술'이라고 하였다. 이는 과하주의 관능적 특성을 도수가 높으면서도 단맛이 있는 술이라고 인식하고 있음을 알 수 있으며, 본 연구에서 적용과 분말을 과하주에 첨가할 경우

Table 6. Sensory evaluation of Gwahaju with red-fleshed dragon fruit powder

		Samples ¹⁾				F-value
		0%	0.5%	1%	1.5%	
Acceptability	Color	4.86±1.55 ^{2)ab}	4.41±1.53 ^b	5.52±1.67 ^a	5.24±1.67 ^a	3.390*
	Aroma	4.27±1.03 ^b	4.73±1.24 ^{ab}	4.91±1.15 ^a	5.18±1.05 ^a	1.966*
	Taste	4.86±0.77 ^b	5.18±0.91 ^{ab}	5.56±0.45 ^a	5.13±0.81 ^{ab}	1.132*
	Mouthfeel	4.77±1.15	4.41±1.22	4.64±1.22	4.64±1.22	0.261
	Overall preference	4.23±1.48 ^c	4.56±1.32 ^a	5.77±1.35 ^a	5.50±1.0 ^{ab}	5.790**
Characteristic intensity rating	Transparency	5.32±1.35 ^a	4.43±1.81 ^{bc}	3.56±1.42 ^c	3.63±0.96 ^c	4.915***
	Redness	1.59±1.01 ^c	2.47±1.27 ^b	3.32±1.14 ^a	3.38±1.18 ^a	55.554***
	Fruity flavor	4.00±1.60	4.73±1.45	4.05±1.43	4.59±1.05	1.186
	Alcohol flavor	4.09±1.19	3.32±1.17	4.27±1.52	3.91±1.27	1.933
	Sweetness	4.45±0.60 ^c	5.44±1.04 ^{ab}	5.74±0.96 ^a	5.27±0.96 ^b	3.267*
	Bitterness	2.68±1.09	2.45±1.44	2.59±1.22	2.41±1.22	1.699

¹⁾ Refer to the comment in Table 2.

²⁾ Each value is mean±S.D. (n=25). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

^{a-c} Different superscripts in a row indicate significant differences at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

적용과 과일의 은은한 단맛이 과하주의 관능적 특징인 단맛을 더욱 높여주는 것으로 생각된다. 또한, 적용과의 붉은색 색소성분이 과하주에 용출되어 적색도를 높이고, 이를 통해 과하주의 색에 대한 기호도 또한 높임을 알 수 있었다. 따라서 과하주에 적용과 분말을 첨가하는 것은 과하주의 관능적 기호도를 높일 수 있는 바람직한 방법으로 사료되며, 전반적인 기호도를 고려할 때 적용과 1% 첨가가 적용과 과하주의 기호도를 가장 높일 수 있는 방법으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 귀화 작물로 최근 국내에서 재배되고 있는 적용과의 껍질과 과육을 분말로 제조하고, 이를 우리나라 전통 혼양주인 과하주에 첨가하여, 품질 특성과 항산화능, 관능적 특성을 평가하였다. 숙성기간이 지남에 따라 적용과 과하주의 알코올 함량은 소폭 감소하는 경향을 나타냈으며, 숙성 완료 후 과하주의 알코올 함량은 21.33~21.64로 측정되었다. 과하주의 숙성 후 pH는 4.01~4.09로 측정되었으며, 가용성 고형물의 함량은 숙성기간이 지남에 따라 소폭 증가하는 경향이었으며, 적용과 과하주의 최종 가용성 고형물 함량은 22.47~22/87 Brix %로 측정되었다. 알코올 함량과 pH, 가용성 고형물 함량의 경우, 적용과 첨가량에 따른 일정한 경향은 보이지 않았다. 색도의 경우 명도는 적용과 첨가군의 경우 숙성기간이 증가함에 따라 명도가 높아졌으며, 적용과 첨가량이 증가함에 따라 명도는 낮아졌다. 적색도는 적용과 첨가군에서 숙성기간이 지남에 따라 감소하는 경향이었으나, 적용과 첨가량이 증가함에 따라 적색도는 증가하였다. 황색도의 경우에는, 숙성기간과 적용과 첨가량이 증가할수록 황색도 또한 증가하는 경향을 나타냈다. 적용과 분말 첨가량에 따른 과하주의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 자유 라디칼 소거능 측정 결과, 적용과 첨가량이 증가할수록 폴리페놀 함량과 항산화능이 모두 증가하는 경향을 나타내었다. 관능적 특성 평가 결과, 적용과 첨가량이 증가함에 따라 색, 향, 맛에 대한 기호도가 증가하였으며, 적색 강도와 단맛강도가 높게 평가되었으며, 1% 첨가 과하주의 전반적인 기호도가 높게 나타났다. 이상의 연구결과를 통하여 과하주에 적용과 분말을 첨가하는 것은 과하주의 항산화능을 높여 기능성을 부여할 뿐 아니라, 과하주의 적색도를 높여 색에 대한 기호를 높이고, 향과 맛에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 사료된다. 따라서 전반적인 기호도를 고려할 때 적용과 1% 첨가가 관능적 기호도를 가장 높일 수 있는 첨가량으로 사료되며, 적용과 분말은 과하주와 같은 전통주뿐만 아니라, 기능성 천연색소로서 식품 및 다양한 산업에 응용할 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

- Anonymous. Sulbangmun (refer to 'Eumsikbangmun'). Korean Intellectual Property Office (2023) Korean Traditional Knowledge Portal. <https://www.koreantk.com> (accessed on 8. 5. 2023).
- Antunes-Ricardo M, Gutierrez-Urbe JA, Lopez-Pacheco F, Alvarez MM, Serna-Saldivar SO (2015) *In vivo* anti-inflammatory effects of isorhamnetin glycosides isolated from *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill cladodes. *Ind Crops Prod* 76: 803-808.
- Bai X, Zhang H (2017) P41 Microwave-assisted extraction and HPLC analysis of polyphenols from pitaya peel and its inhibitory effect on human lung cancer cell line A549. *Biochem Pharmacol* 139: 139-140.
- Choi SI, Kang SA, Cheong C (2013) Yeast selection for quality optimization of distilled spirits. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society* 14(8): 3887-3896.
- Han BR. Bongjeob-yolam (捧接要覽). In Lee SY editor (2021) Korean Royal Cuisine Culture Foundation Seonil-dang, Seoul, Korea. p 28.
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Quality characteristics in mash Takju prepared by using different nuruk during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29(3): 555-562.
- Han KM (2020) A study on the promotion of traditional Korean liquor into overseas market using Korean wave. *The International Commerce and Law Review* 85: 261-278.
- Heo SM (2010) Heo Si-myung's Korean Sake Story. Kyunghyang Shinmun, Seoul, Korea. p 27.
- Jang GH (張桂香). Eumsikdimibang. In Han BR, Bak JH, Lee SY, Im SJ, Jang SY, Jeong IN, Jin SM, Choe SA editor (2022) Korean Royal Cuisine Culture Foundation Seonil-dang, Seoul, Korea. p 145.
- Kang SY (2022) A study on the definition of characteristic elements of *Kwahaju*, Korean fortified fermented wine: Focusing on searching for a model through sensory evaluation. MS Thesis Kyonggi University, Seoul. pp 22-29.
- Kim IH, Park WS, Gu YC (1996) Effect of different contents of *nuruk* extract on fermentation characteristics of *kwahaju* (a Korean traditional alcoholic beverage). *J Korean Soc Food Cult* 11(5): 711-719.
- Kim KW, Kim JH, Nho BS, An BH, Lee SH, Cho HC (2012)

- Makgeolli and Yakju: Science and Application. Suhagsa, Korea. pp 76-91.
- Kim SH, Kim AJ (2020) A study on the physiological activities of summer fruits from yeongsanjae based on review. *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 21(9): 269-282.
- Kim YR, Park JM, Lee HJ, Kim AJ (2022) Evaluation of the biological activities of different parts of dragon fruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 51(11): 1215-1222.
- Lee SH (2014) The development and characteristics of Korean fortified fermented wine. MS Thesis Seoul Venture University, Seoul. pp 88-100.
- Lee SH, Kim HW, Lee MK, Asamenew G, Kim YJ, Lee SJ, Cha YS, Yoo SM, Kim JB (2018) Characterization of flavonoids from used parts of prickly pear (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) and dragon fruit (*Hylocereus undatus*) using UPLC-DAD-QToF/MS. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47(12): 1274-1283.
- Lee SW, Jeon JI, Bae SM (1992) The bibliographical study on the processing methods of *Kwahaju*. *J East Asian Soc Diet Life* 2(1): 17-33.
- Lee YJ, Byun GI, Jin SY (2018) Quality characteristics and antioxidant activities of traditional Korean rice wine, Makgeolli, fermented with Etteum bell flower root variety in *Platycodon grandiflorum*. *J Korean Soc Food Cult* 33(2): 133-141.
- Lee YJ, Yi H, Hwang TH, Kim DH, Kim HJ, Jung CM, Choi YH (2012) The qualities of Makgeolli (Korean rice wine) made with different rice cultivars, milling degrees of rice, and nuruks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(12): 1785-1791.
- Liaotrakoon W, Clercq N, Hoed VV, Walle DV, Lewille B, Dewettinck K (2013) Impact of thermal treatment on physicochemical, antioxidative and rheological properties of white-flesh and red-flesh dragon fruit (*Hylocereus* spp.) purees. *Food Bioproc Tech* 6: 416-430.
- National Tax Service (2022) Regulatory Reform Report of Liquor Market. <http://www.nts.go.kr> (accessed on 7. 6. 2023).
- Park RD (1999) *Myeong-gamyeongju*. Hyoilmunhwasa, Korea. pp 55-56.
- Rural Development Administration (RDA) (2017) Prepare for Future Food, 'Subtropical Crops'. <http://www.rda.go.kr> (accessed on 5. 20. 2022).
- Ryu IS (2014) *Korean Traditional Liquor Textbook*. Kyomunsa, Korea. pp 168-171.
- Yu L, Haley S, Perret J, Harris M, Wilson J, Qian M (2002) Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J Agric Food Chem* 50(6): 1619-1624.
- Yun EJ, Kim JH, Moon KH (2020) Future projection of climatic zone shifts over Korean peninsula under the RCP 8.5 scenario using high-definition digital agro-climate maps. *Korean J Agric For Meteorol* 22(4): 287-298.

Date Received	Sep. 27, 2023
Date Revised	Oct. 13, 2023
Date Accepted	Oct. 13, 2023