

조, 기장, 수수를 이용한 식혜의 이화학적 특성

- 연구노트 -

정미선 · 고지연 · 송석보 · 이재생 · 정태욱 · 윤영호 · 오인석 · 우관식

농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부

Physicochemical Characteristics of Sikhye (Korean Traditional Rice Beverage) Using Foxtail Millet, Proso Millet, and Sorghum

Mi Seon Jeong, Jee Yeon Ko, Seuk Bo Song, Jae Saeng Lee, Tae Wook Jung,
Young Ho Yoon, In Seok Oh, and Koan Sik Woo

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

ABSTRACT This study was carried out to compare the physicochemical characteristics and sensory qualities of Sikhye (Korean traditional rice beverage) prepared with foxtail millet, proso millet, and sorghum. The cultivated varieties were *Setaria italica* Beauv. cv. Samdamae (SDM) and Samdachal (SDC), *Panicum miliaceum* L. cv. Ibaekchal (IBC), *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Nampungchal (NPC), Donganme (DAM), *Oryza sativa* cv. Ilpum (IP), and Baegokchal (BOC). The brix degrees of SDM, SDC, IBC, NPC, DAM, IP, and BOC Sikhye were 9.53, 8.63, 5.67, 7.57, 6.27, 12.50, and 12.27°Bx, respectively. There were no significant differences in pH (5.99~6.10) among the groups. The highest turbidity was 1.07 in DAM Sikhye. The L-value, a-value, and b-value were 30.85~41.11, -0.34~2.52, and 2.56~5.67, respectively. Total polyphenol contents of SDM, SDC, IBC, NPC, DAM, IP, and BOC Sikhye were 241.52, 213.69, 202.34, 258.25, 193.24, 160.81, and 170.31 µg GAE/mL, respectively. Total flavonoid contents of Sikhye were 19.21~54.30 µg CE/mL. The highest DPPH and ABTS radical scavenging activities were 16.85±0.39 and 64.75±2.92 mg TE/100 mL in DAM Sikhye, respectively. Finally, the sensory evaluation results indicate that there were significant differences in appearance, aroma, and taste between the groups, and SDM Sikhye was similar with IP and BOC.

Key words: Sikhye, foxtail millet, proso millet, sorghum, physicochemical properties

서 론

전통 음청류 중 식혜는 우리 민족만의 고유한 전통 음료 중에서도 명절, 제례를 비롯한 대·소연회 및 일상식의 후식으로의 이용이 가장 많은 음료이며, 우리 식생활과 밀접한 관계를 맺고 있다. 식혜는 조리서마다 약간의 차이는 있으나 만드는 방법은 기본적으로 찹쌀밥 혹은 멥쌀밥에 엇기름가루를 우려낸 물을 섞어 엇기름 중의 맥아 효소로 쌀 전분을 분해시켜 삭힌다. 삭힌 후 밥알은 건져 냉수에서 밥알의 전분질을 완전히 용출시켜 비중을 가볍게 하여 건져두고 설탕, 꿀, 생강 등의 기호식품을 넣고 끓여 식힌 후 건져 둔 밥알을 띄워 만든다. 식혜는 백미의 전분을 맥아 효소(β-아밀라제)로 당화시킨 당류(maltose)를 주성분으로 하기 때문에 독특한 풍미를 지니고 있다(1). 한의학적으로 성질이 달고 따뜻한 맥아로 만들어져 소화불량, 복부팽만, 식욕부진, 구토, 설

사를 치료하는 정장작용의 효과가 높은 음료이다(2).

잡곡의 정의는 넓은 의미에서 식량작물 중 쌀을 제외한 보리, 율무, 콩, 조, 기장, 수수, 옥수수 등을 말하고, 좁은 의미에서는 벼, 맥류, 두류를 제외한 곡류를 의미한다. 예전에는 쌀과 비교하여 열등 작물로서 여겨져 왔으나 비타민, 무기질 및 식이섬유 등의 기능성 성분 함량이 높고 다양한 생리활성물질이 다량 함유되어 있어 건강을 유지시키는 보조식량으로서의 역할이 중요시되고 있다(3). 조는 배변을 쉽게 하여 변비를 예방하고 대장암을 예방하는 효과가 있으며, 기장은 단백질, 지방질, 비타민 A 등이 풍부하고 떡을 만들면 소화율이 향상된다(4). 그리고 수수는 식이섬유, 폴리페놀 화합물 등의 기능성 성분을 다량 함유하고 있으며(5), 폴리페놀 화합물의 대부분은 플라보노이드로 알려져 있다(6).

식혜의 열량 또는 단맛 제공의 제한된 식품영양학적 가치에 부가하여 전통음료인 식혜의 보급화, 고급화, 다양화 등을 위해 생리활성물질이 강화된 식혜 개발의 필요성이 대두되고 있다(7). 따라서 웰빙 먹거리로써 다양한 영양성분과 생리활성성분을 공급할 수 있는 기능성을 가진 잡곡류를 이용하여 식혜를 제조함으로써 그에 따른 이화학적 품질 특성과 항산화력을 확인하고자 한다.

Received 4 August 2014; Accepted 6 October 2014

Corresponding author: Koan Sik Woo, Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang, Gyeongnam 627-803, Korea
E-mail: wooks@korea.kr, Phone: +82-55-350-1269

재료 및 방법

원료의 이화학적 특성 분석

본 시험에 사용된 잡곡류는 2013년 국립식량과학원 기능성작물부(경남 밀양 소재)에서 재배된 조(*Setaria italica* Beauv.), 기장(*Panicum miliaceum* L.), 수수(*Sorghum bicolor*(L.) Moench)를 이용하였으며, 조는 삼다매(cv. Samdamae, SDM)와 삼다찰(cv. Samdachal, SDC), 기장은 이백찰(cv. Ibaekchal, IBC), 수수는 동안매(cv. Donganme, DAM)와 남풍찰(cv. Nampungchal, NPC)을 사용하였고 대조구로 맵쌀인 일품(*Oryza sativa* cv. Ilpum, IP)과 찰쌀인 백옥찰(*Oryza sativa* cv. Baegokchal, BOC)을 이용하였다. 조와 기장은 실험용 제현기(SY88-TH, Ssang Yong Machine Ind., Inchon, Korea)로 길쭉질을 제거하였고 수수는 시험용 도정기(SY2009-MMCMT, Ssang Yong Machine Ind.)를 이용하여 20%를 도정하여 시료로 사용하였다. 시료는 4°C 냉장고에 저장하면서 사용하였고, 원료 성분 분석을 위해 Vibrating sample mill(CMT Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 분쇄하여 사용하였다. 수분 함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였으며, 회분 함량은 550°C 직접회화법으로 측정하였다. 단백질 함량은 Kjeldahl 장치(Kjeltec™ 8420, Foss Tecator, Huddinge, Sweden)를 이용하여 정량하였으며, 지방 함량은 지방분석장치(Soxtec™ 2050 Analyzer Unit, Foss Tecator)를 이용하여 정량하였다. 탄수화물 함량은 100 중량부에서 수분, 회분, 단백질을 뺀 나머지로 표시하였다.

잡곡을 이용한 식혜 제조 및 이화학적 특성 분석

식혜 제조를 위한 엿기름은 시중에 유통되고 있는 제품(대맥 70%, 소맥 30% 함유)을 구입하여 사용하였으며, 엿기름 중량의 10배량 물을 3등분하고 여기에 1등분의 물에 엿기름을 넣어 1차 추출하고 여과한 후 다시 물을 첨가해 3회 추출하였다. 엿기름 추출액을 4°C의 냉장고에 12시간 방치 후 엿물만을 취하여 식혜 제조에 사용하였다. 잡곡을 300 g 취하여 흐르는 물에 5회 세척한 후 30분간 침지하고 5분간 탈수하였다. 여기에 물 330 mL를 첨가하여 전기밥솥(CR-0632FV, Cuckoo, Yangsan, Korea)으로 취반하고 식힌 후 엿기름 추출물 1,500 mL를 첨가하여 60°C에서 5시간 동안 당화시켜 식혜를 제조하였다. 제조된 식혜의 당도는 당화액을 굴절당도계(Master-2T, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Bx로 표시하였다. 제조된 식혜의 탁도는 Ryu 등(8)의 방법에 따라 UV/Visible Spectrophotometer(Cary 3E, Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)를 이용하여 600 nm에서 투과도를 측정하였으며, pH는 여과액을 pH meter(Model 320, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 색도는 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 명도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는

a값(redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었다(9).

원료 및 잡곡 식혜의 항산화 성분 및 radical 소거 활성 검정

원료 및 식혜에 대한 추출물에 대한 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol 시약을 사용하여 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(10). 식혜 50 µL에 2% Na₂CO₃ 용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치한 후 다시 50% Folin-Ciocalteu 시약(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µL를 가하고 30분간 반응 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준물질인 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였고, 함량은 시료 단위 g 또는 mL당 mg 또는 µg gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 Dewanto 등(10)의 방법에 따라 추출물 250 µL에 증류수 1 mL와 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 가하여 6분 방치하고 1 N NaOH 500 µL를 가하고 11분 후 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin(Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하였으며, 함량은 시료 단위 g 또는 mL당 mg 또는 µg catechin equivalent(CE)/g sample로 나타내었다.

원료 및 식혜의 radical 소거 활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 및 ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical 소거 활성을 측정하였다(11). DPPH radical의 소거 활성은 0.2 mM DPPH 용액(99.9% ethanol에 용해) 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였다. ABTS radical의 소거 활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. DPPH 및 ABTS radical의 소거 활성은 시료 단위 100 g 또는 100 mL당 mg TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)로 표현하였다.

잡곡 식혜의 관능검사 및 통계처리

잡곡을 이용한 식혜에 대해 색, 맛, 향, 전반적인 기호도를 평가하기 위하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사는 패널 15명을 대상으로 실험의 목적과 관능적 품질 요소를 잘 인지하도록 교육한 후, 기호척도법에 따라 네 가지 항목을 7점 채점법(-3점: 매우 싫다, 0점: 보통이다, 3점: 매우 좋다)으로 설정하였다(12). 모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며 mean±SD로 표현하였다. 또한 얻어진 결과를 통계프로그램

램(Statistical Analysis System, version 9.2, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 각각의 변수에 대한 특성을 분석하였으며, 각 시험구 간의 평균 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 이용하여 $P < 0.05$ 수준일 때 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다.

결과 및 고찰

원료의 이화학적 특성

식혜 원료의 일반성분은 Table 1과 같이 수분 함량이 9.94~12.66 g/100 g의 분포를 보였는데, 일품과 백옥찰의 수분 함량이 각각 12.66 및 11.31 g/100 g으로 높게 나타났고 잡곡 원료의 수분 함량은 약 10 g/100 g으로 유사한 수치를 나타내었다. 일품과 백옥찰의 회분 함량은 0.30 및 0.24 g/100 g으로 미량인 반면, 잡곡 원료는 모두 1 g/100 g 이상으로 나타나 무기물의 함량이 더 많은 것으로 나타났다. 단백질 함량은 이백찰(기장)이 13.69 g/100 g으로서 다른 원료에 비해 높게 나타났으며, 그 다음으로 조(삼다메, 삼다찰), 수수(동안메, 남풍찰), 백옥찰, 일품 순으로 나타났다. 지방 함량은 3.29~4.17 g/100 g으로 원료별로 뚜렷한 차이가 없었다. 탄수화물은 일품(80.62 g/100 g)이나 백옥찰(80.33 g/100 g)에 비해 잡곡이 낮은 함량을 보였으며, 이백

찰이 70.44 g/100 g으로 가장 낮았다.

원료의 항산화 성분 및 항산화 활성을 분석하고자 잡곡 원료의 총 폴리페놀 함량을 표준물질인 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 회귀식은 $y = 0.0015x - 0.012$ ($R^2 = 0.9991$)와 같다. Fig. 1(A)와 같이 동안메가 10.26 µg GAE/g이었으며, 그 외 일품쌀을 비롯한 잡곡 원료에서는 4.07~5.15 µg GAE/g으로 나타나 동안메의 총 폴리페놀 함량이 다른 원료보다 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 총 플라보노이드 함량은 표준물질인 catechin을 사용하여 검량선을 작성하였고, 회귀식은 $y = 0.024x$ ($R^2 = 0.9898$)와 같다. 총 플라보노이드 함량에서도 동안메가 2.03 µg GE/g으로 가장 높았으며 그 외 원료에서는 0.20~0.61 µg GE/g으로 나타났다. Ascorbic acid, tocopherol, polyhydroxy 방향족 화합물, 방향족 아민 등에 의해서 환원되어 짙은 자색이 탈색됨으로써 항산화 성분의 전자공여능을 측정할 때 사용되고 있는 DPPH radical 소거 활성법(10)을 이용하여 식혜 원료의 항산화 활성을 Trolox와 비교하여 나타낸 결과 Fig. 1(B)와 같이 나타났다. 동안메가 270 mg TE/100 g으로 나타나 8.08 mg TE/100 g인 일품쌀보다 약 33배에 뛰어났으며, 다음으로 남풍찰이 117.18 mg TE/100 g으로 높게 나타났다. ABTS radical 소거 활성 또한 동안메가 유사한 수치를 나타내었다. 다음으로 남풍찰, 삼다메, 삼다찰이

Table 1. Proximate compositions of cereal crops varieties (g/100 g)

Variety ¹⁾	Moisture	Ash	Protein	Fat	Carbohydrate
SDM	9.94±0.19 ^{e2)3)}	1.34±0.00 ^c	10.69±0.00 ^b	3.70±0.13 ^b	74.34±0.25 ^c
SDC	10.10±0.07 ^e	1.46±0.02 ^b	10.31±0.00 ^c	3.53±0.04 ^b	74.59±0.05 ^c
IBC	10.04±0.08 ^e	1.67±0.01 ^a	13.69±0.09 ^a	4.16±0.06 ^a	70.44±0.08 ^e
DAM	10.48±0.20 ^d	1.21±0.02 ^c	9.78±0.04 ^d	3.29±0.20 ^c	75.24±0.35 ^b
NPC	10.79±0.07 ^c	1.24±0.01 ^d	9.84±0.13 ^d	4.17±0.06 ^a	73.96±0.19 ^d
IP	12.66±0.33 ^a	0.30±0.01 ^f	5.94±0.04 ^f	0.47±0.06 ^d	80.62±0.18 ^a
BOC	11.31±0.09 ^b	0.24±0.01 ^g	7.66±0.04 ^e	0.46±0.18 ^d	80.33±0.18 ^a

¹⁾SDM: *Setaria italica* Beauv. cv. Samdamae, SDC: Samdachal, IBC: *Panicum miliaceum* L. cv. Ibaekchal, DAM: *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Donganme, NPC: Nampungchal, IP: *Oryza sativa* cv. Ilpum, BOC: Baegokchal.

²⁾Each value is mean±SE (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

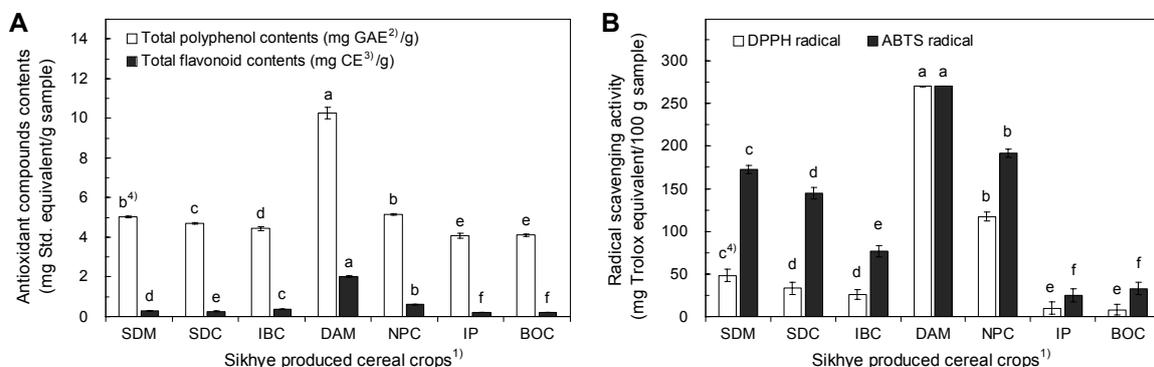


Fig. 1. Total polyphenol and flavonoid contents, and radical scavenging activity of cereal crops varieties. ¹⁾See the legend of Table 1. ²⁾Mean of triplicate determinations expressed as mg gallic acid equivalents (GAE) per g of sample (dry weight basis). ³⁾Mean of triplicate determinations expressed as mg catechin equivalents (CE) per g of sample (dry weight basis). ⁴⁾Any means in the same bar followed by the same letter are not significantly ($P < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

100 mg TE/100 g으로 비교적 높은 함량을 나타내었다. 원료의 항산화 성분 함량과 radical 소거 활성을 분석한 모든 실험에서 동안메가 크게 높은 수치를 나타내었고, 다음으로 남풍찰이 항산화력이 뛰어난 것을 알 수 있었다. DPPH 및 ABTS radical 등의 소거 활성은 페놀류나 플라보노이드 물질에 기인하여 항산화 활성을 나타내는 것으로 볼 때(13) 동안메가 항산화 활성이 높은 것도 동안메에 함유된 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량에 따른 것으로 보인다.

잡곡 식혜의 품질 특성

잡곡별로 제조된 식혜의 이화학적 품질 특성을 분석한 결과 Table 2와 같다. Kim 등(14)의 제조 식혜와 시판 식혜에 대해 비교한 연구에 따르면 시판 식혜 6종의 당도는 11.6~12.5°Bx로 보고되었기에 이번 연구의 멥쌀과 찰쌀의 당도는 일품 12.50°Bx, 백옥찰 12.27°Bx와 당도가 유사하다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 잡곡을 이용한 식혜에서는 삼다메, 삼다찰, 이백찰, 동안메 및 남풍찰이 각각 9.53, 8.63, 5.67, 7.57 및 6.27°Bx로 나타나 쌀을 이용한 식혜보다 당도가 낮았다. 잡곡 식혜에서 상대적으로 삼다메와 삼다찰이 높게 나타나 조를 이용한 식혜가 멥쌀과 찰쌀을 이용한 식혜에 당도가 가장 가까운 것으로 나타났다. pH는 5.99~6.10으로 나타나 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타

났으며, 탁도는 동안메가 1.07로 가장 탁한 것으로 나타났고, 그 외 모든 시료에서는 0.19~0.43으로 0.5 이하의 값을 나타내었다. 색차계를 이용하여 식혜의 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값을 측정된 결과, 동안메의 L값과 a값이 41.11과 2.52로 각각 나타나 가장 밝고 적색을 띠는 것으로 나타났으며, b값에서는 삼다메와 삼다찰이 각각 5.67과 5.63으로 나타나 황색도가 상대적으로 가장 높았다. 멥쌀인 일품이 2.56으로 가장 낮은 수치를 나타내어 원곡의 영향을 받은 것으로 판단되었다. Kim 등(15)의 연구 결과에 따르면 일품으로 제조한 식혜의 L, a 및 b값이 44.62, -1.66 및 -8.25로 나타나 본 연구 결과(32.7, -0.34, 2.56)와 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 식혜의 색이 밥과 엿기름의 양이 변화함에 따라 달라지며 밥보다 엿기름의 양에 의한 영향이 크다고 보고(16)된 바에 기인한 것으로 알 수 있다.

잡곡 식혜의 항산화 성분 및 항산화 활성

잡곡으로 제조한 식혜의 총 폴리페놀 함량을 분석하고자 표준물질인 gallic acid를 사용하여 검량선($y=0.0017x-0.0199$, $R^2=0.9982$)을 작성하였다. 식혜의 총 폴리페놀 함량은 Fig. 2(A)와 같이 원료보다 수치가 최소 25배에서 최대 48배까지 크게 많아진 것을 알 수 있었다. 동안메와 삼다메는 각각 258, 240 µg GAE/mL 이상 함유하여 총 폴리페놀

Table 2. The brix degree, pH, turbidity, and chromaticity (L-, a-, and b-value) of the Sikhye with cereal crops varieties

Variety ¹⁾	Brix degree (°Bx)	pH	Turbidity (OD at 600 nm)	L-value	a-value	b-value
SDM	9.53±0.06 ^{c2)3)}	6.07±0.02 ^a	0.29±0.00 ^d	31.68±0.12 ^{cd}	-0.12±0.09 ^{de}	5.67±0.26 ^a
SDC	8.63±0.06 ^d	6.10±0.01 ^a	0.30±0.00 ^c	30.85±0.67 ^e	0.34±0.04 ^c	5.63±0.03 ^a
IBC	5.67±0.06 ^g	6.01±0.01 ^b	0.29±0.00 ^d	31.18±0.11 ^{de}	0.23±0.01 ^c	4.81±0.06 ^b
DAM	7.57±0.12 ^e	6.08±0.01 ^a	1.07±0.00 ^a	41.11±0.07 ^a	2.52±0.27 ^a	4.71±0.15 ^b
NPC	6.27±0.06 ^f	6.00±0.06 ^b	0.43±0.01 ^b	30.93±0.18 ^c	0.76±0.20 ^b	3.85±0.23 ^c
IP	12.50±0.10 ^a	6.10±0.05 ^a	0.27±0.01 ^e	32.70±0.57 ^b	-0.34±0.11 ^c	2.56±0.55 ^d
BOC	12.27±0.06 ^b	5.99±0.02 ^b	0.19±0.00 ^f	31.85±0.13 ^c	-0.08±0.08 ^d	3.40±0.17 ^c

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Each value is mean±SE (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($P<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

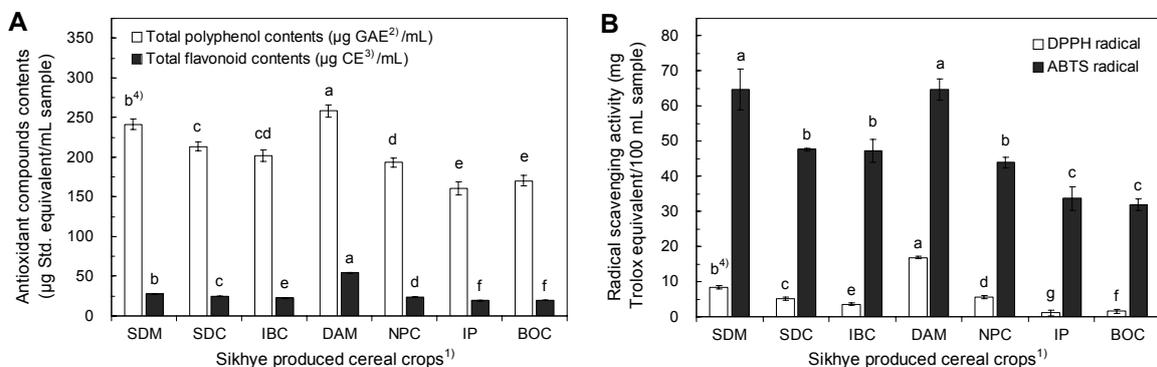


Fig. 2. Total polyphenol and flavonoid contents, and radical scavenging activity of the Sikhye with cereal crops varieties. ¹⁾See the legend of Table 1. ²⁾Mean of triplicate determinations expressed as µg gallic acid equivalents (GAE) per mL of sample (wet basis). ³⁾Mean of triplicate determinations expressed as µg catechin equivalents (CE) per mL of sample (wet basis). ⁴⁾Any means in the same bar followed by the same letter are not significantly ($P<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 3. Sensory evaluation of the Sikhye with cereal crops varieties

Variety ¹⁾	Color	Aroma	Taste	Overall quality
SDM	0.73±1.28 ^{ab2)3)}	0.47±1.06 ^a	-0.20±1.15 ^{bc}	0.20±1.21 ^{bc}
SDC	-0.60±1.30 ^c	-0.07±0.88 ^{ab}	-0.40±1.35 ^{bc}	-0.47±1.13 ^c
IBC	-0.07±0.96 ^{bc}	0.20±1.08 ^{ab}	-0.73±0.96 ^c	-0.40±1.30 ^c
DAM	-0.40±1.59 ^c	-0.40±1.06 ^b	0.00±1.25 ^{bc}	-0.47±1.06 ^c
NPC	-0.73±1.28 ^c	0.13±0.74 ^{ab}	-0.67±0.98 ^c	-0.67±0.72 ^c
IP	1.07±1.33 ^a	0.40±0.63 ^a	1.60±1.40 ^a	1.47±1.13 ^a
BOC	0.80±1.15 ^{ab}	0.33±0.62 ^a	0.47±1.13 ^b	0.87±0.92 ^{ab}

¹⁾See the legend of Table 1.

²⁾Each value is mean±SE (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ($P<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

함량이 가장 높았으며, 일품쌀과 백옥찰은 함량이 상대적으로 작았다. 페놀성 화합물은 방향족 화합물에 하이드록실기 (-OH)가 결합한 화합물을 일컫는 것으로 활성산소에 노출 시 DNA, 세포구성 단백질 및 효소의 손상을 보호하는 항산화, 항암 작용 등을 가지는 것으로 알려져 있다. 또한 총 페놀 함량이 증가할수록 항산화 활성과 같은 생리활성이 증가된다고 보고되고 있다(17,18). 총 플라보노이드 함량 분석을 위해 표준물질인 catechin을 사용하여 검량선($y=0.0025x$, $R^2=0.9894$)을 작성하였으며, 총 플라보노이드 함량 또한 총 폴리페놀 함량과 비슷한 경향이 나타났다. 잡곡으로 제조한 식혜들이 일품쌀과 백옥찰로 제조한 식혜에 비해 총 플라보노이드 함량이 더 높았으며, 동안메로 제조한 식혜는 54.30 µg GE/mL로 나타나 19.21~27.85 µg GE/mL 범위의 다른 잡곡 식혜에 대해서도 약 2배 정도 많이 함유된 것을 확인할 수 있었다. DPPH radical 소거 활성은 Fig. 2(B)와 같이 동안메가 16.85 mg TE/100 mL로 다른 잡곡류에 비해 2배 이상 높았으며, 백옥찰과 일품쌀에 대해서는 약 10~15배로 높은 활성을 나타내었다. ABTS radical 소거 활성은 삼다메와 동안메가 각각 64.82 및 64.75 mg TE/100 mL로 일품쌀과 백옥찰에 비해 활성이 2배 이상 높게 나타났다.

잡곡 식혜의 관능적 특성

잡곡을 이용한 식혜에 관하여 색, 향, 맛, 전체적인 기호도 4가지 항목에 대하여 관능평가를 실시한 결과 Table 3과 같다. 대조구인 일품이 색과 맛뿐만 아니라 전반적인 기호도에서도 가장 앞서는 것을 알 수 있었고, 잡곡으로 제조한 식혜는 일품에 비해 선호도가 낮은 결과를 얻었다. 그러나 색과 향에 대한 평가에 대해 삼다메가 일품과 백옥찰에 유사한 기호도를 나타내었고 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 따라서 삼다메를 중심으로 맛에 대해 더 보완한다면 일품과 백옥찰에 더 근접한 선호도를 얻을 수 있을 것이라 생각된다.

요 약

잡곡을 이용한 식혜의 제조 적성을 확인하기 위해 조, 기장, 수수를 이용하여 식혜를 제조하고 제조된 식혜의 이화학적 특성을 확인하였다. 잡곡 원료의 일반성분은 멥쌀과 찰쌀에

비해 수분 함량은 적지만 회분과 조단백, 조지방 함량은 높았다. 원료곡의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 동안메가 일품과 백옥찰보다 2배 이상 높았고, DPPH 및 ABTS radical 소거 활성 또한 동안메가 높게 나타났다. 잡곡별로 제조된 식혜의 pH에서는 유의적인 차이가 없었으며, 탁도는 대부분 0.5 이하의 값을 나타낸 반면 동안메는 1.07로 높게 나타났다. 당도는 찰쌀과 멥쌀에 비해 낮았으며 기장, 수수, 조 순으로 나타났다. 명도와 적색도는 동안메가 가장 높았고, 황색도는 노란색을 띠는 삼다메가 높은 수치를 보였다. 식혜의 총 폴리페놀 함량은 동안메와 삼다메 식혜가 각각 258 및 241 µg GAE/mL로 높게 나타났으며, 플라보노이드 함량은 동안메 식혜가 54.30 µg CE/mL로 높았다. 식혜의 DPPH radical 소거 활성은 동안메가 16.85 mg TE/100 mL로 다른 잡곡류에 비해 2배 이상 높았으며, 백옥찰과 일품쌀에 대해서는 약 10~15배로 높은 함량을 나타내었다. ABTS radical 소거 활성은 동안메가 가장 뛰어났으며 삼다메가 그 뒤를 이었다. 따라서 잡곡 원료 간의 일반성분 함량 차이는 크지 않았으며, 잡곡 원료와 잡곡 식혜에서 동안메로 제조한 식혜가 가장 항산화력 및 radical 소거능이 뛰어났음을 알 수 있었다. 더불어 잡곡으로 제조한 식혜의 관능평가에서는 삼다메가 일품과 백옥찰에 색과 향에 유사한 선호도를 나타내었기에 동안메를 중심으로 레시피를 보완하여 식혜로 개발하는 것이 적합한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(ATIS 과제번호: PJ009359)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. Kim HH, Park GS, Jeon JR. 2007. Quality characteristics and storage properties of sikhe prepared with extracts from *Hovenia dulcis* THUNB. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 848-857.
2. Ahn DK. 1998. *Illustrated book of Korean medicinal herbs*. Kyohak Publishers Co., Ltd., Seoul, Korea. p 496-630.
3. Kim YS, Lee GC. 2006. A survey on the consumption and satisfaction degree of the cooked rice mixed with multi-

- grain in Seoul·Kyeonggi and Kangwon area. *Korean J Food Culture* 21: 661-669.
4. Ha YD, Lee SP. 2001. Characteristics of proteins in Italian millet, sorghum and common millet. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 187-192.
 5. Chae KY, Hong JS. 2006. Quality characteristics of Sulgidduk with different amounts of waxy sorghum flour. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 363-369.
 6. Kim KO, Kim HS, Ryu HS. 2006. Effect of *Sorghum bicolor* L. Moench (sorghum, su-su) water extracts on mouse immune cell activation. *J Korean Diet Assoc* 12: 82-88.
 7. Park SI. 2006. Application of green tea powder for sikhe preparation. *Korean J Food & Nutr* 19: 227-233.
 8. Ryu BM, Kim JS, Kim MJ, Lee YS, Moon GS. 2008. Comparison of the quality characteristics of *Sikhye* made with N²-circulated low-temperature dry malt and commercial malts. *Korean J Food Sci Technol* 40: 311-315.
 9. Chang HK. 2005. Effect of processing methods on the chemical composition of *Panax ginseng* leaf tea. *Korean J Food & Nutr* 18: 63-71.
 10. Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
 11. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. 2006. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem* 99: 381-387.
 12. Kim GO, Lee YC. 1993. *Sensory test of food*. Hakyoon Publisher, Seoul, Korea. p 179-182.
 13. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
 14. Kim MR, Seo JH, Heo OS, Oh SH, Lee KS. 2002. Physicochemical and sensory qualities of commercial *Sikhes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 728-732.
 15. Kim KJ, Woo KS, Lee JS, Chun A, Choi YH, Song J, Seo SJ, Kim SL, Jeong HS. 2008. Physicochemical characteristics of *sikhye* (Korean traditional rice beverage) with specialty rice varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1523-1528.
 16. Nam SJ, Kim KO. 1989. Characteristics of *Sikhye* (Korean traditional drink) made with different amount of cooked rice and malt and with different sweeteners. *Korean J Food Sci Technol* 21: 197-202.
 17. Kaur C, Kapoor HC. 2002. Antioxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int J Food Sci Tech* 37: 153-161.
 18. Machowetz A, Poulsen HE, Gruendel S, Weimann A, Fitó M, Marrugat J, de la Torre R, Salonen JT, Nyyssönen K, Mursu J, Nascetti S, Gaddi A, Kiesewetter H, Bäumlér H, Selmi H, Kaikkonen J, Zunft HJ, Covas MI, Koebnick C. 2007. Effect of olive oils on biomarkers of oxidative DNA stress in Northern and Southern Europeans. *FASEB J* 21: 45-52.