

베리류로 제조한 식혜의 품질 특성에 관한 연구

양지원¹ · 정성근¹ · 송경모¹ · 김영호¹ · 이남혁¹ · 홍상필¹ · 이경희² · 김영언^{1*}

¹한국식품연구원, ²경희대학교 외식경영학과

Quality Characteristics of *Sikhye* made with Berries

Ji-won Yang¹, Sung Keun Jung¹, Kyung-Mo Song¹, Young Ho Kim¹, Nam Hyouck Lee¹,
Sang Pil Hong¹, Kyung Hee Lee² and Young-Eon Kim^{1*}

¹Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

²Dept. of Food Service Management, Kyunghee University, Seoul 12447, Korea

ABSTRACT

This study compared the physicochemical characteristics, proximate composition, taste compound, and antioxidant properties of *Sikhye* prepared with berries. Proximate composition and color were significantly different depending on the type of berry, whereas crude fat content and pH were not. The highest brix degree was 18.92 °Bx in strawberry *Sikhye*. Total free sugar, glucose, and fructose contents were highest in blueberry *Sikhye*. Titratable acidity, total acidity, and organic acid contents were highest in raspberry *Sikhye*. Analysis of relative antioxidative properties indicated that *bokbunja Sikhye* had the highest total polyphenol, flavonoid, and anthocyanin contents, highest DPPH radical scavenging ability, and highest reducing power and ferric reducing abilities in plasma. Principal component analysis suggests that *bokbunja Sikhye* has strong antioxidant and sweetness properties.

Key words : Quality characteristics, *Sikhye*, berry, antioxidant

서 론

최근 음식의 고급화와 다양화로 맛과 질을 추구하며, 식품의 기능성에 음식의 가치를 부여하는 경향으로 변하고 있어서 기능성 소재를 부여한 전통음식 제조에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Han SK *et al* 2006; Lee MS *et al* 2008a). 식혜는 우리 고유의 전통 음료류로 고대부터 가정의 행사에 떡과 함께 빼놓을 수 없는 비알코올성 음료이었으며(Kim MR 2001), 현재에도 다양한 포장 형태로 식혜를 많이 애용하고 있다. 단술 또는 감주라고도 불리는 식혜는 엿기름에 의한 아밀라아제 생성과 고두밥을 통한 녹말의 생성으로 적당한 온도에서 당화시켜 제조되는 음료이다(Park SI 2006; Kim KJ *et al* 2008a; Lee JH 2011). 식혜는 백미의 전분을 맥아효소(β -amylase)로 당화시킨 단당류(maltose, glucose 등)를 많이 함유하고 있기 때문에 식혜 고유의 감미와 풍미를 지니고 있으며(Choi MS *et al* 2002), 식혜가 갖고 있는 효소는 위에서 소화를 도울 뿐만 아니라, 소장에서도 요구르트와 같은 작용으로 음식이 체내에서 부패하는 것을 막아주는 중요한

식음료이다(Ahn DK 1998; Park EJ *et al* 1997). 식혜의 기능성 재료 첨가에 따른 연구는 오미자(Lee JH 2011), 헛개나무 열매(Kim HH *et al* 2007), 인삼(Hur SS 2007), 천궁(Kim GS & Park GS 2012), 유근피(Jeong KY *et al* 2012b), 황기(Min SH 2009), 도라지(Jeong SI & Yu HH 2013), 옥수수 수염(Cho MK & Joo OS 2010), 커피박(Park NY 2014b), 마늘(Kang MJ *et al* 2013), 단호박(Ann YH *et al* 2011) 등이 보고되어 있다.

식품은 주로 영양 및 기호적 특성에 가치를 두고 중점적으로 연구되어 왔으나, 최근에 이르러서는 식품의 생체조절 기능에 초점을 두고 기능성 연구가 활발히 진행되고 있다(Joe AR & Ahn SY 1996; Chang YK *et al* 1994; Suh HJ *et al* 1999; Kim JH *et al* 2007). 최근 기능성 식품에 관한 관심이 높아짐에 따라 베리류의 섭취가 증가하고 있다. 베리(Berry)는 열매가 많이 모여 하나의 과실 형태를 유지하는 장과류(漿果類)를 총칭하는 취과를 일컫고, 분류학상 다양한 식물군을 이루고 있다. 베리류 중 섭취량이 많은 종류로는 *Vaccinium*속(cranberry, blueberry)과 *Rubus*속(raspberry, blackberry) 등이 있으며, 우리나라에서는 딸기(strawberry) 및 복분자(*Rubus coreanus*)가 주로 소비되고 있다(Choi YJ 2013). 최근, 페놀성 화합물(phenolic compounds), 특히 안토시아닌이 풍부하여 항

* Corresponding author : Young-Eon Kim, Tel: +82-31-780-9072, E-mail: radog@kfri.re.kr

산화 효과가 뛰어난 것이 알려짐에 따라 블루베리나 오디의 소비도 증가되고 있다(Kang HH 2009). 베리류는 항암과 항염증 등의 질병 예방에 긍정적인 효과를 나타내고 있다(Jeong HJ 2012, Nam H *et al* 2013, Yang H *et al* 2015, Hwang ES & Nuuan DT 2014, Lim JD *et al* 2014). 베리류의 우수한 가능성이 밝혀지면서 여러 가지 가공제품에 대한 소비 및 제품 개발과 다양한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 베리류를 이용한 가공제품 연구는 블루베리 요구르트 드레싱(Lee WG & Lee JA 2012), 블루베리 잼(Cho WJ *et al* 2010) 블루베리 머핀(Hwang SH & Ko SH 2010), 딸기 쿠키(Lee JH & Ko JC 2009), 딸기 고추장(Kim HJ & Lee JH 2009), 딸기 식초(Lee GD *et al* 2003a), 복분자편(Han SK *et al* 2006), 복분자 요구르트 드레싱(Jung SJ *et al* 2011), 복분자 두부(Han MR & Kim MH 2007), 복분자 유과(Lee MS *et al* 2008a), 오디분말 첨가 엘로우 레이어 케이크(Park HM *et al* 2008) 등이 보고되어 있다.

따라서 본 연구에서는 베리류의 부가가치를 향상시키고 전통음료인 식혜에 기능성을 부여하기 위한 기초 연구로 베리 종류에 따른 식혜를 제조하고, 그 정미성분, 항산화 특성, 관능적 특성 및 색도를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

실험에 사용한 블루베리(USA), 복분자(경북 청도), 오디(전북 부안), 딸기(충남 논산), 라즈베리(USA)인 냉동 베리류와 참쌀(경기도 여주산), 옛기름(두레원)은 이마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 시료의 제조

베리식혜는 윤숙자(2004)의 전통제조방법을 약간 변형하여 Fig. 1과 같이 제조하였다. 고두밥은 쌀을 5회 세척한 후 10배 해당하는 증류수를 넣고 30℃에서 2시간 동안 침지한 후 다시 30분 동안 탈수를 시킨 다음 autoclave(DS-60, 도성과학, Korea)에서 1 kg/cm² 압력으로 10 분간 증자하여 제조하였다. 베리즙(블루베리, 복분자, 오디, 딸기, 라즈베리)은 베리 300 g에 증류수 1.5 L를 넣고 후드믹스(HMF-3150S, Hanil, Korea)로 mixing하여 완성하였다. 옛기름 추출액은 옛기름 가루 200 g에 베리즙 1.8 L를 넣고 25℃를 유지하면서 2시간 동안 100 rpm으로 교반한 후 부직포로 여과하였다. 고형분은 버리고 여과액은 4℃, 11,143 g에서 10분간 원심분리(centrifuge 5810f, Eppendorf, Germany)한 후 여과지(Whatman No. 41)를 이용하여 여과한 여과액이다. 식힌 고두밥에 10배의 옛기름 추출액을 골고루 혼합하여 55℃의 water bath(BW-B,

Lab Companion, Korea)에서 4시간 동안 당화하였다. 당화액은 4℃, 11,143 g에서 10분간 원심분리한 후 여과지(Whatman No. 41)를 이용하여 여과하였다. 여과액은 끓는 물에서 10분간 증탕한 후 급냉하여 효소를 불활성화 시켜 식혜를 완성하여(Lee WJ & Kim SS 1998) 당도, pH, 적정산도, 총산도 및 환원당 실험에 사용하였다.

베리식혜는 5,943× g에서 10분간 원심분리(centrifuge 5810f, Eppendorf, Germany)하여 상등액을 -80℃에 동결시킨 후 동결 건조(PVTFD 100R, Ilshin, Korea)를 거쳐 분말화하여, 일반성분, 유리당, 유기산 및 항산화 특성 실험에 사용하였다.

3. 일반성분과 pH 측정

일반성분은 AOAC(2000)법에 준하여 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조회분은 600℃ 건식회화법, 조단백은 Auto-Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

pH는 pH meter(Model 320, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 평균값을 구하였다.

4. 정미성분 분석

당도는 시료 10 mL를 5,943× g에서 5분간 원심분리(centrifuge 5810f, Eppendorf, Germany)하여 얻은 상등액을 당도계(ATAGO, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 평균값을 구하였다.

유리당은 분말시료 5 g에 증류수를 가하고 homogenizer(Ultra-turrax T8, IKA, Germany)로 마쇄하여 교반 후 침출시켜 100 mL로 정용한 다음 5,943 g에서 30분 원심분리(centrifuge 5810f, Eppendorf, Germany)하였다. 원심분리한 상등액을 취하여 Sep-pak C₁₈으로 정제시켜 0.45 μm membrane filter(Millipore Co., USA)로 여과한 여액을 HPLC를 이용하여 분석하였다. HPLC 분석조건은 Table 1과 같다.

적정산도는 시료 10 mL를 pH 8.03까지 중화시키는데 소요되는 0.1 N 수산화나트륨의 양으로 측정하여 3회 반복 실험하여 평균값을 구하였다.

총산도는 시료 5 mL를 취하여 증류수 45 mL를 가한 후 30분간 진탕하고, 5,943× g에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액 10 mL에 0.1 N NaOH로 pH 8.03까지 적정하고, 그 측정량을 용액 1 mL에 함유되어 있는 citric acid의 양으로 표시하였다.

유기산은 시료 5 g에 증류수를 가하고 homogenizer(Ultra-turrax T8, IKA, Germany)로 마쇄하여 교반 후 침출시켜 100 mL로 정용한 다음 5,943× g에서 30분 원심분리(centrifuge 5810f, Eppendorf, Germany)하였다. 원심분리한 상등액을 취하여 Sep-pak C₁₈으로 정제시켜 0.45 μm membrane filter(Millipore Co.,

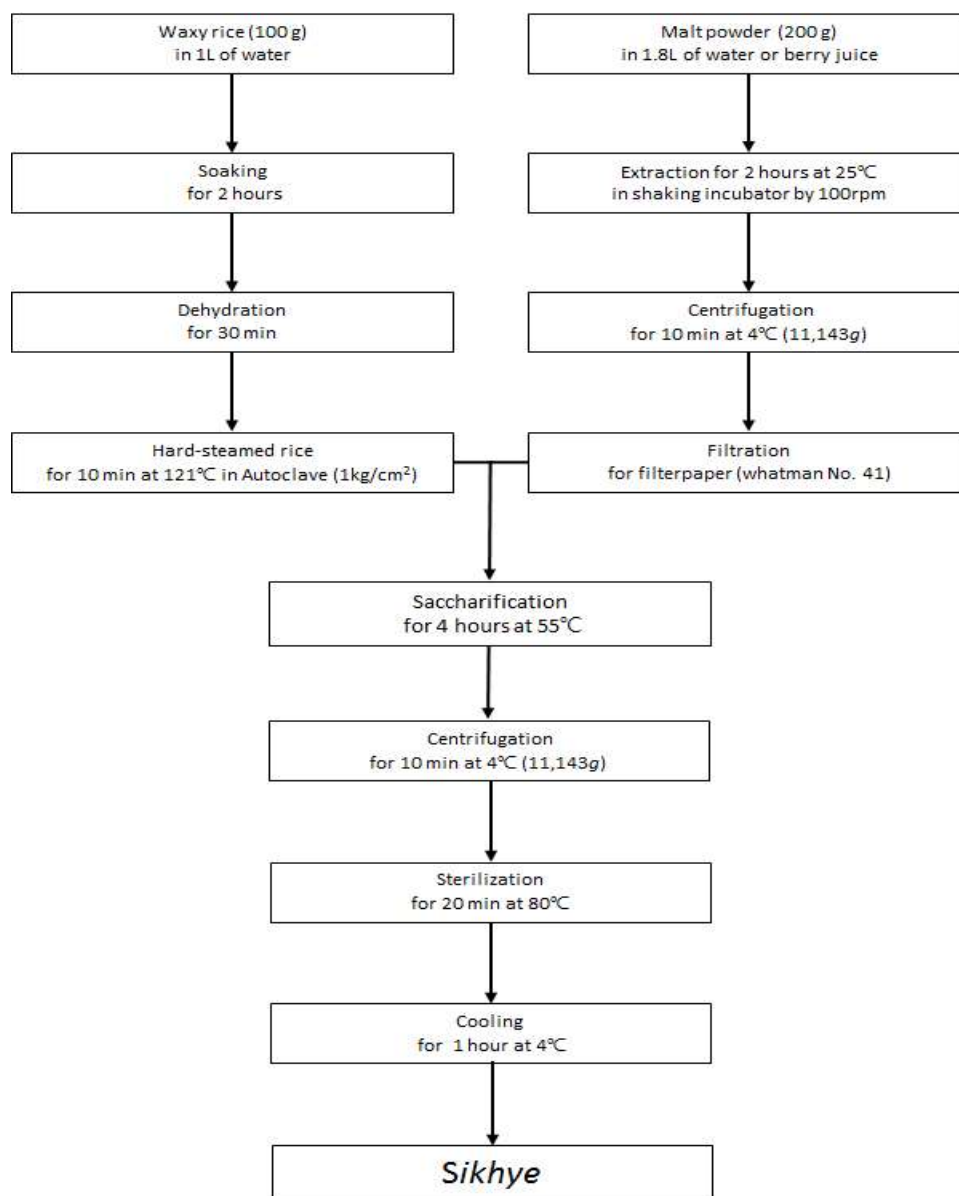


Fig. 1. The manufacturing process of *Sikhye*.

Table 1. The operating condition of HPLC for free sugar analysis

Item	Condition
Instrument	Waters associates M 510
Detector	M 410 RI detector
Column	Sugar-pak column (300 × 0.8 mm)
Column temp.	90°C
Solvent	H ₂ O
Flow rate	0.5 mL/min
Injection volume	30 µL

USA)로 여과한 여액을 HPLC를 이용하여 분석하였다. HPLC 조건은 Table 2와 같다.

5. 항산화 특성 측정

1) Total Polyphenol 함량

총 페놀 함량은 Folin-Denis 법(Swain T & Hills WE 1959)에 따라 측정하였다. 1 mg/mL 시료 0.2 mL에 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.1 mL와 증류수 1.4 mL를 첨가하여 혼합한 후 20% sodium carbonate 0.3 mL를 가하여 암소에서 20분간 방치한 후 765 nm에서 흡광도(Epoch, Biotech, USA)를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 이용하여 함량을 표시하였다.

Table 2. The operating condition of HPLC for organic acid analysis

Item	Condition
Instrument	Waters associates M 510
Detector	UV 486 detector 220nm
Column	Rspak KC-811 column (300 × 0.8 mm)
Column temp.	30℃
Solvent	0.2 mM KH ₂ PO ₄
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 μL

2) Total Flavonoid 함량

총 플라보노이드 함량은 Shen Y 등(2009)의 방법으로 측정하였다. 1 mg/mL 시료 0.5 mL에 5% sodium nitrite 0.15 mL를 가하여 5분간 방치한 후 10% AlCl₃ · 6H₂O 0.3 mL와 1 M sodium hydroxide 1 mL를 가하여 혼합한 후 암소에서 15분 방치한 후 415 nm에서 흡광도(Epoch, Bioteck, USA)를 측정하였다. 표준물질로는 catechin을 이용하여 함량을 표시하였다.

3) Total Anthocyanin 함량

총 안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC 2005. 02)에 따라 측정하였다. 1 mg/mL 시료 0.5 mL에 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5)를 가하여 최종 부피를 5 mL로 한 다음 510 및 700 nm에서 반응 액의 흡광도(Epoch, Bioteck, USA)를 각각 측정하여 아래의 식으로 결과를 얻었다.

Anthocyanin pigment(cyaniding-3-glucoside equivalents, mg/L)

$$= \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

A(absorbance value) =

$$(A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH 1.0}} - (A_{510 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH 4.5}}$$

MW(molecular weight of cyanidin-3-glucoside) = 449.2 g/mol

DF(dilution factor) = dilution ratio of sample

ϵ (cyanidin-3-glucoside molar absorptance) = 26,900 molar extinction coefficient, in L × mol⁻¹ × cm⁻¹

l = pathlength in cm

4) DPPH Radical 소거능

DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate) radical에 대한 소거활성은 Brand-Williams W 등(1995)의 방법을 변형하여 측정하였다. 70% 에탄올에 녹인 0.2 mM DPPH용액 1 mL에 1 mg/mL 시료 0.2 mL를 넣어 잘 혼합한 후 실온인 암소에서 30분간 방치한 다음 517 nm에서 흡광도(Epoch, Bioteck, USA)를 측정하였다. 소거활성은 아래식에 따라 계산하여 백분율로 나타냈다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

A : Absorbance of the control

B : Absorbance of the sample

5) Reducing Power

환원력은 Oyaizu M(1986)의 방법에 따라 측정하였다. 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 1 mL, 1 mg/mL 시료 1 mL 및 1% potassium ferricyanide 1 mL를 가하고, 이 혼합물을 50℃에서 20분간 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 1 mL를 넣었다. 반응이 끝난 혼합물을 1,000 rpm에서 10 분간 원심분리(centrifuge 5430R, Eppendorf, Germany)하여 얻은 상등액 2 mL와 메탄올 2 mL를 넣고 0.1% iron chloride 용액 0.1 mL를 넣은 후 700 nm에서 흡광도(Epoch, Bioteck, USA)를 측정하였다. 표준물질로는 비타민 C를 이용하여 그램당 함량을 표시하였다.

6) FRAP Assay

FRAP(Ferric Reducing Ability of Plasma) assay는 Benzie IFF & Strain JJ(1996)에 의한 방법을 일부 변형하여 측정하였다. pH 3.6 300 mM acetate buffer(3.1 g C₂H₃NaO₂ · 3H₂O, C₂H₄O₂ 16 mL per liter)와 40 mM HCl에 용해된 10 mM TPTZ (2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine), 20 mM FeCl₃ · 6H₂O를 10 : 1 : 1 비율로 혼합하여 FRAP reagent를 만들었다(사용 시 37℃로 가열). 1 mg/mL 시료 0.1 mL에 증류수 0.3 mL와 FRAP reagent 3 mL를 혼합한 후 암소(실온)에서 30분간 방치시킨 다음 593 nm에서 흡광도(Epoch, Bioteck, USA)를 측정하였다. 표준물질로는 비타민 C를 이용하여 그램당 함량을 표시하였다.

6. 색도

색도는 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 시료를 10회 반복 측정하여 평균값을 표시하였다. Hunter's value인 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 정도를 나타내는 a값(redness), 황색도의 정도를 나

타내는 b값(yellowness)으로 나타났다. 이때 사용된 표준백판의 L값은 98.75, a값은 -1.02, b값은 1.10이었다.

7. 통계처리

시료에 대한 실험결과는 SPSS Program(version 20.0 SPSS Inc., Chicago., IL, USA)을 이용하여 각 실험군의 평균과 표준편차를 구하고, 시료간의 차이검증은 일원배치분산분석(ANOVA)을 사용하였으며, Duncan's multiple range test에 의해 $p=0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다. 시료에 따른 여러 특성을 요약하고, 특성에 따라 시료들을 구분하기 위해서 주성분 분석(Principal Component Analysis; PCA)을 실시하였으며, XLSTAT(XLSTAT version 2015, Addinsoft, New York, N.Y., USA) 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 일반성분과 pH

베리식혜의 일반성분은 Table 3과 같다. 베리식혜의 수분 함량은 베리 종류에 따라 유의적인 차이가 나타났으며, 5.47~9.40% 함유되어 있었고, 라즈베리식혜는 9.40%로 유의적으로 가장 높았으며, 오디식혜는 5.47%로 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 조단백 함량은 3.30~11.50%로 베리 종류에 따라 유의적으로 함유량의 차이가 컸고, 복분자식혜는 8.40%로 가장 높았으며, 블루베리식혜는 3.30%로 가장 낮게 나타났다. 조지방 함량은 0.50~2.93%로 블루베리식혜가 다른 베리식혜에 비해 6배 정도 높았으며, 블루베리식혜를 제외한 시료 간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 블루베리가 다른 베리보다 껍질이 있는 유일한 베리류이기 때문인 것

로 생각된다. 회분 함량은 1.67~4.20%로 복분자식혜가 4.20%로 유의적으로 가장 높았으며, 블루베리식혜는 1.67%로 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 베리식혜는 조지방을 제외한 일반성분에서 종류에 따라 유의적인 차이를 보였으며($p<0.05$), 조단백질, 회분 함량은 복분자식혜가 가장 높게, 수분 함량은 라즈베리식혜가 가장 높게, 조지방 함량은 블루베리식혜가 가장 높게 나타났다. 식혜의 pH는 4.50~5.79로 약산성으로 베리 종류에 따른 유의적인 차이를 보였으며($p<0.05$), 블루베리식혜 5.15, 복분자식혜 4.50, 오디식혜 5.30, 딸기식혜 5.79, 라즈베리식혜 4.65로 딸기식혜가 유의적으로 가장 높았으며, Jeong MS 등(2014)의 연구에서 찹쌀 백옥찰로 제조한 식혜의 pH 5.99와 유사하였다.

2. 정미성분

베리식혜의 당 함량과 유리당은 Table 4와 같았다. 식혜의 당도는 블루베리식혜 15.15 °Bx, 복분자식혜 15.21 °Bx, 오디식혜 17.80 °Bx, 딸기식혜 18.92 °Bx 및 라즈베리식혜 17.71 °Bx로, 딸기식혜가 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다. Kim AN & Choi SK(2015)의 연구에서 보리 종류를 달리한 식혜는 15.37~18.73 °Bx를 보고하였으며, 이는 본 연구의 베리식혜 15.15~18.92 °Bx와 유사한 값을 나타냈다. 보리 종류를 달리한 식혜의 당도는 10% 설탕을 첨가하여 제조하여 나타난 결과로 본 연구에서의 결과와의 유사함은 베리를 이용한 식혜 제조시 베리가 설탕 대용으로 충분한 가능성을 시사할 수 있다.

베리식혜의 유리당은 glucose, fructose, maltose 중에서 fructose가 가장 많이 함유되어 있었으며(6.15~6.42 µg/mL), 유의적인 차이는 없었으나 블루베리식혜(6.42 µg/mL)에 가장

Table 3. Yield, proximate composition and pH of *Sikhye* of five cultivars of berry

Sample ¹⁾	Yield (%)	Proximate composition(%)				pH
		Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	
BLS	25.73±4.48 ^a	6.00±0.10 ^d	3.30±0.10 ^e	2.93±0.12 ^a	1.67±0.06 ^e	5.15±0.10 ^c
BOS	12.72±3.39 ^b	8.40±0.20 ^b	11.50±0.10 ^a	0.50±0.20 ^b	4.20±0.10 ^a	4.50±0.00 ^d
MLS	22.76±1.33 ^a	5.47±0.06 ^e	5.40±0.10 ^d	0.57±0.06 ^b	2.83±0.06 ^c	5.30±0.05 ^b
STS	22.94±2.58 ^a	6.90±0.10 ^c	9.10±0.10 ^c	0.50±0.00 ^b	2.57±0.12 ^d	5.79±0.00 ^a
RAS	12.25±1.04 ^b	9.40±0.10 ^a	9.83±0.25 ^b	0.63±0.06 ^b	3.50±0.20 ^b	4.65±0.07 ^d

¹⁾ BLS : This *Sikhye* was made by blueberry.

BOS : This *Sikhye* was made by *bokbunja*.

MLS : This *Sikhye* was made by mulberry fruit.

STS : This *Sikhye* was made by strawberry.

RAS : This *Sikhye* was made by rapsberry.

Data are mean±S.D. of triplicate determinations.

Values with the different superscript letter in each column are significantly different at $p=0.05$.

Table 4. Taste compounds of *Sikhye* of five cultivars of berry

Sample ¹⁾	SC ²⁾ (°Bx)	Free sugar (µg/mL)			
		Glucose	Fructose	Maltose	Total free sugar ³⁾
BLS	15.15±0.00 ^c	1.32±0.11 ^a	6.42±0.16 ^a	1.82±0.08 ^b	9.56±0.12 ^a
BOS	15.21±0.21 ^c	1.22±0.12 ^{ab}	6.32±0.21 ^a	1.64±0.18 ^b	9.18±0.17 ^c
MLS	17.80±0.12 ^b	1.05±0.10 ^{bc}	6.20±0.14 ^a	2.14±0.06 ^a	9.39±0.10 ^b
STS	18.92±0.41 ^a	1.01±0.13 ^{bc}	6.15±0.14 ^a	2.11±0.24 ^a	9.27±0.17 ^c
RAS	17.71±0.24 ^b	0.95±0.09 ^c	6.21±0.12 ^a	0.00±0.00 ^c	7.16±0.07 ^d

¹⁾ BLS : This *Sikhye* was made by blueberry.
 BOS : This *Sikhye* was made by *bokbunja*.
 MLS : This *Sikhye* was made by mulberry fruit.
 STS : This *Sikhye* was made by strawberry.
 RAS : This *Sikhye* was made by rapsberry.

²⁾ SC : Sugar contents

³⁾ Total free sugar = glucose + fructose + maltose + sucrose + lactose

Data are mean±S.D. of triplicate determinations.

Values with the different superscript letter in each column are significantly different at $p=0.05$.

많았다. Glucose는 0.95~1.32 µg/mL로 블루베리식혜가 유의적으로 가장 높게 나타났고, 라즈베리식혜가 유의적으로 가장 낮게 함유하고 있었다. Maltose는 0.00~2.14 µg/mL로 라즈베리식혜에서는 함유하고 있지 않았으며, 오디식혜가 유의적으로 가장 높게 나타났다. 식혜의 총 유리당은 7.16~9.56 µg/mL로 나타났으며, 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 블루베리식혜(9.56 µg/mL)는 총 유리당 함량이 가장 높게 나타났다. Kim KJ 등(2008a)의 연구에서 특수미 품종에 따른 식혜의 총 유리당 함량은 5.942~7.408로 보고하였으며, 이는 본 연구의 베리식혜의 총 유리당 함량인 7.16~9.56 µg/mL보다 낮았다. 단맛을 강하게 나타내는 fructose, glucose 함량은 블루베리식혜가 가장 높게 나타났으며, 식혜의 기호성을 높일 수 있는 식혜 특유의 풍미를 더해 주는 당인 maltose는 오디식혜가 가장 높았으며, 유의적인 차이는 없었으나 딸기식혜가 다음으로 높게 함유하고 있었다. 본 연구에서 glucose, fructose 및 총 유리당 함량은 블루베리 식혜가 가장 높았으며, 이는 블루베리식혜가 저분자 당성분을 많이 함유하고 있는 것으로 생각된다.

베리식혜의 적정산도, 총산도 및 유기산의 함량은 Table 5와 같았다. 적정산도와 총산도는 1.02~5.45 mL와 0.43~2.41%로 라즈베리식혜가 5.45 mL와 2.41%로 유의적으로 가장 높았으며, 베리 종류에 따른 유의적인 차이를 나타냈다($p<0.05$). 적정산도는 블루베리식혜가 1.02 mL로 유의적으로 가장 낮았으며 총산도는 오디식혜가 0.43%로 가장 낮게 나타났다.

베리식혜의 유기산 함량은 oxalic acid(148.74~665.01 µg/

mL)와 succinic acid(210.95~616.92 µg/mL)가 acetic acid(5.07~205.11 µg/mL)와 citric acid(97.10~495.92 µg/mL)보다 많이 함유되어 있었으며, 베리 종류에 따른 유의적인 차이가 나타났다. 라즈베리식혜는 모든 유기산 함량이 유의적으로 가장 높게 나타났으며, acetic acid 함량은 다른 베리식혜류에 비해 약 100배 정도 더 많이 함유하고 있었으며 oxalic acid, citric acid, succinic acid 함량도 약 2배 이상 높게 나타났다. Choi C 등(1995)의 연구에서는 0일 보관한 전통안동식혜의 succinic acid 함량이 0.41로 본 연구의 결과와는 차이를 보였으며, 이는 베리를 이용한 식혜의 제조가 유기산 함량을 높게 나타냄을 알 수 있다.

3. 향산화 특성

1) 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량
 베리식혜의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량은 Table 6과 같았다. 총 폴리페놀 함량은 블루베리식혜 30.45 mg GAE/g, 복분자식혜 148.83 mg GAE/g, 오디식혜 62.62 mg GAE/g, 딸기식혜 36.96 mg GAE/g, 라즈베리식혜 64.49 mg GAE/g, 복분자식혜가 148.83 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). Jeong MS 등(2014)의 연구에서 수수인 동안메로 제조한 식혜의 총 폴리페놀함량이 258 µg GAE/mL로 가장 높았으며, 본 연구의 복분자식혜 148.83 mg GAE/g보다 약 580배 정도 낮게 함유되어 있는 것으로 보고하였다.

총 플라보노이드 함량은 복분자식혜가 52.04 mg CAE/g으

Table 5. Taste compounds of *Sikhye* of five cultivars of berry

Sample ¹⁾	Titratable acidity (mL)	Total acidity (%)	Organic acids (mg/mL)			
			Oxalic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid
BLS	1.02±0.01 ^e	0.51±0.02 ^d	271.620±5.51 ^b	10.44± 5.28 ^b	97.10±13.16 ^d	210.98± 5.55 ^c
BOS	2.95±0.02 ^b	1.31±0.00 ^b	149.490±0.04 ^c	30.36±30.51 ^b	383.86±10.36 ^b	210.95±20.44 ^c
MLS	1.25±0.02 ^d	0.43±0.01 ^d	290.160±9.69 ^b	44.32±19.17 ^b	114.25± 3.78 ^d	246.01± 8.82 ^{bc}
STS	2.17±0.00 ^c	0.99±0.00 ^c	148.740±0.44 ^c	5.07± 2.53 ^b	146.63± 4.82 ^c	294.43±18.63 ^b
RAS	5.45±0.02 ^a	2.41±0.01 ^a	665.001±8.77 ^a	205.11±56.17 ^a	495.92±39.15 ^a	616.92±71.59 ^a

¹⁾ BLS : This *Sikhye* was made by blueberry.
 BOS : This *Sikhye* was made by *bokbunja*.
 MLS : This *Sikhye* was made by mulberry fruit.
 STS : This *Sikhye* was made by strawberry.
 RAS : This *Sikhye* was made by rapsberry.

Data are mean±S.D. of triplicate determinations.

Values with the different superscript letter in each column are significantly different at $p=0.05$.

Table 6. Total phenolics, total flavonoids, and total anthocyanins of *Sikhye* of five cultivars of berry

Sample ¹⁾	Total phenolics (mg GAE ²⁾ /g)	Total flavonoids (mg CAE ³⁾ /g)	Total anthocyanins (mg CGE ⁴⁾ /L)
BLS	30.45±0.56 ^e	4.97±0.17 ^d	1.23±0.07 ^d
BOS	148.83±1.12 ^a	52.04±0.25 ^a	61.61±0.08 ^a
MLS	62.62±0.93 ^c	17.90±0.13 ^b	9.33±0.11 ^b
STS	36.96±0.50 ^d	3.16±0.15 ^c	0.60±0.14 ^c
RAS	64.49±0.52 ^b	10.84±0.49 ^c	7.52±0.21 ^c

¹⁾ BLS : This *Sikhye* was made by blueberry.
 BOS : This *Sikhye* was made by *bokbunja*.
 MLS : This *Sikhye* was made by mulberry fruit.
 STS : This *Sikhye* was made by strawberry.
 RAS : This *Sikhye* was made by rapsberry.

²⁾ Gallic acid equivalent.

³⁾ Catechin equivalent.

⁴⁾ Cyanidin-3-glucoside equivalent.

Data are mean±S.D. of triplicate determinations.

Values with the different superscript letter in each column are significantly different at $p=0.05$.

로 가장 높았고, 오디식혜가 17.90 mg CAE/g, 라즈베리식혜가 10.84 mg CAE/g, 블루베리식혜가 4.97 mg CAE/g, 딸기식혜가 3.16 mg CAE/g의 순으로 낮게 함유하고 있었으며 ($p<0.05$), 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 크게 나타냈다. Jeong MS 등(2014)의 연구에서 동안메로 제조한 식혜의 총 플라보노이드함량이 54.30 µg CAE/mL로 가장 높았으며, 본 연구의 복분자식혜 52.04 mg GAE/g보다 1,000배 정도 낮은

수치를 보였다.

총 안토시아닌 함량은 복분자식혜가 61.61 mg CGE/L로 가장 높았고, 오디식혜가 9.33 mg CGE/L, 라즈베리식혜가 7.52 mg CGE/L, 블루베리식혜가 1.23 mg CGE/L, 딸기식혜가 0.60 mg CGE/L의 순으로 낮게 함유하고 있었으며($p<0.05$), 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 크게 나타냈다. 복분자식혜는 총 안토시아닌 함량이 가장 낮은 딸기식혜에 비해 약 100배 이상 높게 나타났다.

베리식혜의 항산화 성분 함량은 복분자식혜가 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 오디식혜가 유의적으로 높게 나타났다. Jun HI 등(2014)의 연구에서 복분자와 오디의 60% acetone 추출물에 대한 총 폴리페놀, 플라보노이드 및 안토시아닌 함량은 24.4 µg GAE/mg, 29.9 µg CAE/mg, 0.8 µg/mg와 41.8 µg GAE/mg, 35.5 µg CAE/mg, 0.6 µg/mg으로 본 연구의 결과보다 낮은 값을 보였으며, 이는 추출용매에 따른 차이로 생각된다.

2) DPPH Radical 소거능, 환원력 및 FRAP법

베리식혜의 DPPH radical 소거능, 환원력 및 FRAP assay는 Table 7과 같았다. DPPH radical 소거능은 복분자식혜가 87.71%로 가장 높았고, 오디식혜가 84.54%, 라즈베리식혜가 57.31%, 블루베리식혜가 39.25%, 딸기식혜가 37.04%의 순으로 낮게 함유하고 있었으며($p<0.05$), 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 나타냈다. Kim JS(2012)의 연구에서 오디 함량에 따른 식혜의 DPPH radical 소거능은 44.89~66.31%로 15% 오디식혜 55.11%와 본 연구의 라즈베리식혜 57.31%와 유사한 값을 나타냈다.

베리식혜의 환원력은 복분자식혜가 97.73 mg AAE/g으로

Table 7. DPPH radical scavenging activity, reducing power, and FRAP assay of *Sikhye* of five cultivars of berry

Sample ¹⁾	DPPH radical scavenging (%)	Reducing power (mg AAE ²⁾ /g)	FRAP (mg AAE/g)
BLS	39.25±0.94 ^d	11.57±0.95 ^d	20.86±0.06 ^c
BOS	87.71±2.06 ^a	97.73±4.80 ^a	126.33±2.15 ^a
MLS	84.54±1.30 ^b	35.47±0.72 ^b	43.90±0.11 ^b
STS	37.04±1.56 ^d	12.90±0.72 ^d	22.82±0.25 ^d
RAS	57.31±1.10 ^c	31.24±0.63 ^c	38.87±0.43 ^c

¹⁾ BLS : This *Sikhye* was made by blueberry.
 BOS : This *Sikhye* was made by *bokbunja*.
 MLS : This *Sikhye* was made by mulberry fruit.
 STS : This *Sikhye* was made by strawberry.
 RAS : This *Sikhye* was made by rapsberry.

²⁾ L-ascorbic acid equivalent.

Data are mean±S.D. of triplicate determinations.

Values with the different superscript letter in each column are significantly different at $p<0.05$.

가장 높았고, 오디식혜(35.47 mg AAE/g), 라즈베리식혜(31.24 mg AAE/g), 딸기식혜(12.90 mg AAE/g), 블루베리식혜(11.57 mg AAE/g) 순으로 나타났다($p<0.05$). Jun HI 등(2014)의 연구에서 복분자와 오디의 60% acetone 추출물에 대한 환원력은 870.6 $\mu\text{g}/\text{mg}$ EC₅₀ value와 745.9 $\mu\text{g}/\text{mg}$ EC₅₀ value로 본 연구에서 복분자식혜가 오디식혜의 환원력보다 높은 결과와 유사하였다.

FRAP법을 이용한 베리식혜의 항산화력은 복분자식혜가 126.33 mg AAE/g으로 가장 높았고, 오디식혜(43.90 mg AAE/g), 라즈베리식혜(38.87 mg AAE/g), 딸기식혜(22.82 mg AAE/g), 블루베리식혜(20.84 mg AAE/g) 순으로 나타났다($p<0.05$). Cho KM & Joo OS(2010)는 FRAP법을 이용한 식혜의 항산화력을 측정할 결과, 당화시간에 따라 차이가 있었으며, 당화시간이 증가할수록 항산화력도 증가하였다고 보고하였으며, Lee HH 등(2014)의 연구에서 경남 김해의 왕딸 산딸기가 95.04 μg TE/g으로 가장 높게 나타났다.

본 연구에서 실시한 베리식혜의 항산화특성은 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 특히 베리 중 복분자로 만든 식혜의 항산화성분 함량과 항산화력이 현저하게 가장 높았으며, 이는 복분자의 항산화특성이 우수하기 때문으로 생각된다.

4. 색도

베리식혜의 색도는 Table 8과 같았다. 식혜의 백색도(L)는 11.32~13.13, 적색도(a)는 34.26~67.12, 황색도(b)는 17.54~35.32로 나타났으며, 백색도와 적색도는 베리의 종류에 따라

Table 8. The color value of *Sikhye* of five cultivars of berry

Sample ¹⁾	L (whiteness)	a (redness)	b (yellowness)
BLS	12.54±2.11 ^b	45.12±1.37 ^c	19.87±0.04 ^b
BOS	11.32±0.47 ^c	57.12±1.74 ^b	21.34±0.02 ^b
MLS	12.24±1.25 ^b	37.60±2.02 ^d	17.54±1.14 ^b
STS	13.13±0.34 ^a	34.26±0.98 ^d	18.21±2.10 ^b
RAS	11.45±0.05 ^c	67.12±1.34 ^a	35.32±0.09 ^a

¹⁾ BLS : This *Sikhye* was made by blueberry.

BOS : This *Sikhye* was made by *bokbunja*.

MLS : This *Sikhye* was made by mulberry fruit.

STS : This *Sikhye* was made by strawberry.

RAS : This *Sikhye* was made by rapsberry.

Data are mean±S.D. of 10 times determinations.

Values with the different superscript letter in each column are significantly different at $p=0.05$.

유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 백색도는 딸기식혜가 13.13으로 가장 높은 값을 나타냈고, 적색도와 황색도는 라즈베리식혜가 67.12와 35.32로 가장 높은 값을 나타냈다. 황색도는 라즈베리식혜를 제외하고, 다른 베리 종류에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Kim JS(2012)의 연구에서 20% 오디 첨가한 식혜의 L, a 및 b값이 17.60, 32.36, 17.23으로 나타나, 본 연구의 오디식혜 12.24, 37.60, 17.54와 유사하게 나타났다. 식혜의 색도가 유의적인 차이를 보인 것은 베리 고유의 색이 식혜의 색에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 사료된다.

5. 주성분 분석

베리식혜의 품질 특성을 설명하기 위해 주성분분석을 실시한 결과는 Fig. 2와 같다. 제1 주성분(PC1)과 제2 주성분(PC2)의 각각 총 변동의 49.44%와 31.54%를 설명하여 총 변동의 80.98%를 설명하였다. 제1 주성분의 양의 방향에 부하된 시료들은 복분자식혜와 라즈베리식혜로 항산화특성, 유기산, 적정산도, 총산도, 적색도, 황색도, 수분, 회분, 조단백 함량이 부하된 것을 알 수 있었고, 음의 방향에 부하된 시료들은 오디식혜, 블루베리식혜, 딸기식혜로 유리당, 당함량, 백색도, 백색도, 조지방 함량과 같은 특성이 부하되었음을 알 수 있었다. 제2 주성분의 양의 방향에 부하된 시료들은 복분자식혜, 블루베리식혜로 항산화특성, 유리당, 수분, 회분, 조단백 함량이 높게 부하된 것을 알 수 있었고, 음의 방향에 부하된 시료들은 라즈베리식혜, 오디식혜, 딸기식혜로 주로 유기산, 적정산도, 총산도, pH, 색도, 당함량, 조지방 함량과 같은 특성이 높게 부하되었다.

이와 같이 주성분 분석 결과, 라즈베리식혜는 정미성분 중 신맛을 나타내는 적정산도, 총산도, 유기산 등의 특성과 밀

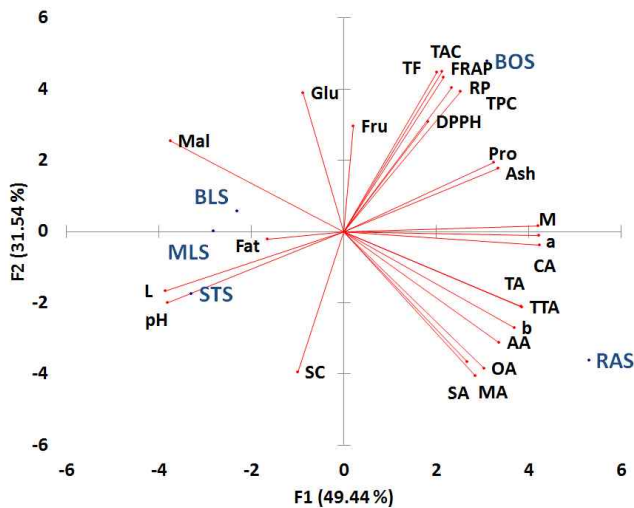


Fig. 2. Principal component analysis(PCA) loading to 5 berries *Sikhye* and their characteristics.

MIS : This *Sikhye* was made by milled rice, BRS : This *Sikhye* was made by brown rice, GRS : This *Sikhye* was made by green rice, RES : This *Sikhye* was made by red rice, BLS : This *Sikhye* was made by black rice, SC : Sugar contents, L : Whiteness, a : Redness, b : Yellowness, TTA : Titratable acidity, TA : Total acidity, Glu : Glucose, Fru : Fructose, Mal : Maltose, OA : Oxalic acid, AA : Acetic acid, CA : Citric acid, SA : Succinic acid, TP : Total phenolic content, TF : Total flavonoid content, AC : Anthocyanin contents, RP : Reducing power.

접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 블루베리식혜는 식혜 특유의 풍미를 나타내는 maltose와 강한 관련성을 보였으며, 딸기식혜는 백색도와 pH에 높은 관련성을 가졌다. 복분자식혜는 단맛을 나타내는 유리당인 glucose와 fructose 등의 특성과 항산화 특성에 높은 관련성을 나타냈으며, 복분자 자체의 항산화 특성이 우수하기 때문으로 생각된다. Koca I & Karadeniz B(2009)의 장과류 과실의 항산화 성분과 항산화 활성과의 관계를 알아본 결과에서도 동일하게 나타났다.

이와 같은 결과로부터 베리식혜 중 복분자식혜는 항산화 기능이 우수하고 단맛을 가지는 식혜로, 라즈베리식혜는 신맛을 가지는 식혜로, 블루베리식혜는 식혜 고유의 풍미를 가지는 식혜로 제조 가능할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 베리 종류에 따른 식혜의 품질 특성을 평가하기 위하여 블루베리, 복분자, 오디, 딸기, 라즈베리식혜의 일반성분, pH, 정미성분, 항산화 특성 및 색을 비교하고자 하였다. 베리식혜의 일반성분은 조지방 함량을 제외하고 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 복분자식혜의 조단백과 회분함량이 가장 높았다. pH는 딸기식혜가 가장 높은

값을 나타냈으며, 베리 종류에 따라 유의적인 차이를 보였다. 정미성분의 당도, 유리당, 적정산도, 총산도 및 유기산은 다음과 같다. 당 함량은 딸기식혜가 17.71 °Bx로 가장 높은 값을 나타냈으며, 블루베리식혜가 15.15 °Bx로 가장 낮은 값을 나타냈다. 유리당 함량은 블루베리식혜가 가장 높은 값을 보였고, 라즈베리식혜가 가장 낮은 값을 나타냈다. 적정산도, 총산도 및 유기산 함량은 라즈베리식혜가 가장 높은 값을 나타냈다. 복분자식혜의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 총 안토시아닌 함량은 148.83 mg GAE/g, 52.04 mg CAE/g, 61.61 mg CGE/g으로 다른 베리식혜에 비해 가장 높은 항산화 성분 함량을 보였다. 또한 복분자식혜의 DPPH radical 소거능, 환원력 및 FRAP법을 이용한 항산화력은 87.71%, 97.73 mg AAE/g, 126.33 mg AAE/g으로 다른 베리식혜에 비해 가장 높은 항산화력을 나타냈다. 베리식혜의 백색도는 딸기식혜가 적색도와 황색도는 라즈베리식혜가 가장 높은 값을 나타냈다.

이와 같은 연구 결과는 베리식혜 종류에 따른 일반성분, pH, 정미성분, 항산화 특성 연구에 있어 기초 자료로서 활용된 것으로 예상되며, 건강증진 식품으로서의 베리식혜를 인식시켜 나아가 소비 촉진에 상당한 영향을 미칠 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가 식품기술개발사업(311-025-3)에 의해 이루어진 것이며 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn DK (1998) Illustrated Book of Korean Medicinal Herbs. pp. 496-630. Kyohak Publishers Co., Ltd., Seoul, Korea.
- Ann YH, Lee IS, Kim HS (2011) Quality characteristics of *sikhye* with varied levels of sweet pumpkin during storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 27: 803-814.
- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C, USA.
- AOAC (2005) Official Methods of Analysis, Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C, USA. Vol. 02.
- Benzie IFF, Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma(FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 239: 70-76.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of free

- radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebenson Wiss Technol* 28: 25-30.
- Chang YK, Kim EM, Kim SY (1994) Effect of guar gum levels in *Backsulgies* on plasma glucose and insulin in healthy men. *Korean J Home Economics* 32: 207-216.
- Cho KM, Joo OS (2010) Manufacture of *Sikhe*(a traditional Korean beverage) using corn silk extracts. *Korean J Food Preserv* 17: 644-651.
- Cho MK, Joo OS (2010) Manufacture of *sikhe*(a traditional Korean beverage) using corn silk extracts. *Korean J Food Preserv* 17: 644-651.
- Cho WJ, Song BS, Lee JY, Kim JK, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Kim KS, Lee JW (2010) Composition analysis of various blueberries produced in Korea and manufacture of blueberry jam by response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 319-323.
- Choi C, Woo HS, An BJ, Cho YJ, Kim S (1995) Change of organic acids and volatile flavor compounds of traditional Andong *Sikhe*. *Korean J Dietary Culture* 10: 11-17.
- Choi MS, Jung EH, Hyun TS (2002) Perception and preference of Korean traditional foods by elementary school students in Chungbuk province. *J Korean Soc of Food Cult* 17: 399-410.
- Choi YJ (2013) Inhibitory effects of five different berries, bilberry, blueberry, cranberry, elderberry, and raspberry, on the activities of five UGTs *in vitro* and *in vivo*. *MS Thesis* Catholic University, Seoul Korea. pp 14-16.
- Han MR, Kim MH (2007) Quality characteristics and storage improvement studies of *Rubus coreanus* added soybean curd. *Food Eng Prog* 11: 167-174.
- Han SK, Yang HS, Rho JO (2006) A study on quality characteristics of *bokbunja-pyun* added with rubi fruit juice. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 371-376.
- Hur SS (2007) Change in the composition of ginseng *sikhye* during the saccharification process. *Korean J Food Preserv* 14: 650-654.
- Hwang ES, Nhuan DT (2014) Antioxidant contents and antioxidant activities of hot-water extracts of aronia(*Aronia melanocarpa*) with different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 46: 303-308.
- Hwang SH, Ko SH (2010) Quality characteristics of muffins containing domestic blueberry (*V. corymbosum*). *J East Asian Soc Dietary Life* 10: 727-734.
- Jeong HJ (2012) Physiological activity of acai berry(*Euterpe oleracea* Mart.) extracted with different solvents. *J Korean Soc Food Cult* 27: 75-81.
- Jeong KY, Lee EJ, Kim ML (2012b) Storage properties and sensory characteristics of *sikhe* added *Ulmus pumila* L. extract. *Korean J Food Preserv* 19: 12-18.
- Jeong MS, Ko JY, Song SB, Lee JS, Jung TW, Yoon YH, Oh IS, Woo KS (2014) Physicochemical characteristics of *Sikhye*(Korean traditional rice beverage) using foxtail millet, proso millet, and sorghum. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1785-1790.
- Jeong SI, Yu HH (2013) Quality characteristics of *sikhe* prepared with the roots powder of *doraji*(*Platycodon grandiflorum* A. DE. Candolle). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 759-765.
- Joe AR, Ahn SY (1996) Effect of addition of enzyme-resistant starch on texture characteristics of corn bread. *Korean J Soc Food Sci* 12: 207-213.
- Jun HI, Kim YA, Kim YS (2014) Antioxidant activities of *Rubus coreanus* Miquel and *Morus alba* L. fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 381-388.
- Jung SJ, Kim NY, Jang MS (2008) Formulation optimization of salad dressing added with *bokbunja* (*Rubus coreanum* Miquel) juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 497-504.
- Kang HH (2009) Determination of biological activities of Korean berries and their anthocyanin identification. *PhD* Kyungsang University, Jinju Korea. pp 22-31.
- Kang MJ, Ju JC, Shin JH (2013) Quality characteristics of *sikhye* prepared with garlic powder and steamed garlic powder. *J Agric Life Sci* 47: 247-255.
- Kim AN, Choi SK (2015) A study on the physico-chemical characteristics of *Sikhyes* made of different various barley. *Korean J Culinary Res* 21: 30-41.
- Kim GS, Park GS (2012) Quality characteristics of *sikhe* prepared with *Cnidium officinale* Makino water extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 868-878.
- Kim HH, Park GS, Jeong RJ (2007) Quality characteristics and storage of *sikhye* prepared with extracts from *Hovenia dulcis*. Thunb. *Korean J Food Cook Sci* 23: 848-857.
- Kim HJ, Lee JH (2009) Quality changes of *gochujang* incorporated with strawberry puree during aging. *Food Eng Prog* 13: 110-116.
- Kim JH, Nam SH, Kim MH, Sohn JK, Kang MY (2007) Cooking properties of rice with pigmented rice bran extract. *Korean J Crop Sci* 52: 60-68.

- Kim JS (2012) Quality characteristics of *Sikhea* with mulberry fruit. *Korean J Culinary Res* 18: 206-215.
- Kim KJ, Woo KS, Lee JS, Chun A, Choi YH, Song J, Suh SJ, Kim SL Jeong HS (2008a) Physicochemical characteristics of *Sikhye*(Korean traditional rice beverage) with specialty rice varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1523-1528.
- Kim MR (2001) Korean traditional convenience beverage and cookery science. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 17: 657-700.
- Koca I, Karadeniz B (2009) Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the black sea region of Turkey. *Sci Horti* 121: 447-450.
- Lee GD, Kim SK, Lee JM (2003a) Optimization of the acetic acid fermentation condition for preparation of strawberry vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 812-817.
- Lee HH, Moon YS, Yun HK, Park PJ, Kwak EJ (2014) Contents of bioactive constituents and antioxidant activities of cultivated and wild raspberries. *Kor J Hort Sci Technol* 32: 115-122.
- Lee JH, Ko JC (2009) Physicochemical properties of cookies incorporated with strawberry powder. *Food Eng Prog* 13: 79-84.
- Lee JH (2011) Quality of *Sikhe* incorporated with hot eater extract of *Omija*(*Schisandra chinensis* Baillon) fruit. *Food Engineering Progress* 15: 80-84.
- Lee MS, Kim MY, Chun SS (2008a) Quality characteristics of yukwa prepared with *Rubus coreanus* Miquel extract using different puffing process methods. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 382-391.
- Lee WG, Lee JA (2012) Quality characteristics of yogurt dressing prepared with blueberry juice. *Korean J Culinary Res* 18: 255-265.
- Lee WJ, Kim SS (1998) Preparation of *sikhe* with brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 30: 146-150.
- Lim JD, Cha HS, Choung MG, Choi RN, Choi DJ, Youn AR (2014) Antioxidant activities of acidic ethanol extract and the anthocyanin rich fraction from *Aronia melanocarpa*. *Korean J Food Cook Sci* 30: 573-578.
- Min SH (2009) Quality characteristics of *sikhe* prepared with astragalus membranaceus water extracts. *Korean J Food Preserv* 19: 216-223.
- Nam H, Lee SK, Kim SW, Kim JW, Kim KY, Kim SG, Kim MM, Chung KT (2013) Effects of acai berry ethanolic extracts on production of nitric oxide and activity of angiotensin converting enzyme related to blood circulation. *J Life Science* 23: 743-750.
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44: 307-315.
- Park EJ, Kim HJ, Kim JM, Chun HS (1997) Antiulcerative effect of *Sikhe* on stomach ulcer induced by ethanol. *J Korean Soc of Food Sci Nutr* 26: 98-102.
- Park HM, Hwang SY, Kang KO (2011) Quality characteristics of yellow layer cake with mulberry powder during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 830-837.
- Park NY (2014b) Quality characteristics and antioxidant activity of *sikhe* prepared using hot water extracts of roasted coffee ground residue. *Korean J Food Sci Technol* 46: 470-476.
- Park SI (2006) Application of green tea powder for *Sikhe* preparation. *Korean J Food & Nutr* 19: 227-233.
- Shen Y, Jin L, Xiao P, Lu Y, Bao J (2009) Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *J Cereal Sci* 49: 106-111.
- Suh HJ, Lee JM, Cho JS, Kim YS, Chung SH (1999) Radical scavenging compounds in onion skin. *Food Res Int* 32: 659-664.
- Swain T, Hillis WE (1959) The phenolic constituents of *Prunus domestica* I-the quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10: 63-68.
- Yang H, Oh KH, Yoo YC (2015) Anti-inflammatory effect of hot water extract of aronia fruits in LPS-stimulated raw 264.7 macrophages. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 7-13.
- Yoon SJ (2004) The Rice Cake, Cookie, Drink in Korean Traditional Food. Jigu publishing Co., Seoul. pp. 288-291, 318-319.

Date Received	Jul. 27, 2015
Date Revised	Sep. 9, 2015
Date Accepted	Sep. 23, 2015