

오디농축액 첨가에 따른 식혜의 품질 특성

양지원¹ · 정성근¹ · 송경모¹ · 김영호¹ · 이남혁¹ · 홍상필² · 이경희³ · 김영언^{1*}

¹한국식품연구원 기능성식품연구본부, ²한국식품연구원 전략산업연구본부, ³경희대학교 외식경영학과

Quality Characteristics of *Sikhye* added with Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit Concentrate

Ji-won Yang¹, Sung Keun Jung¹, Kyung-Mo Song¹, Young Ho Kim¹, Nam Hyouck Lee¹, Sang Pil Hong²,
Kyung Hee Lee³ and Young Eon Kim¹

¹Division of Functional Food Research, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

²Division of Strategic Food Research, Korea Food Research Institute, Seongnam 13539, Korea

³Dept. of Food Service Management, Kyunghee University, Seoul 02447, Korea

ABSTRACT

This study compared the physicochemical characteristics, proximate composition, taste compounds, and antioxidant properties of *Sikhye* prepared with mulberry fruit concentrate. Analysis of the physicochemical characteristics of *Sikhye* added with mulberry indicated that sugar content and titratable acidity increased significantly with increasing mulberry concentration, whereas pH decreased significantly. The whiteness index (L) was 36.77~51.40, which significantly decreased with increasing mulberry concentrate. The redness index (a) was -0.90~1.97 and highest in *Sikhye* sample containing 4% mulberry concentrate. The yellow index (b) was 0.03~1.90 and highest in *Sikhye* sample containing 1% mulberry concentrate. Analysis of the antioxidant properties of *Sikhye* added with mulberry indicated that total polyphenol content and flavonoid content increased significantly as the amount of mulberry concentrate increased above 1%. Total anthocyanin color also increased significantly with increasing mulberry concentrate. The mulberry *Sikhye* sample containing 8% extract showed the strongest antioxidant properties based on DPPH radical scavenging activity, reducing power, and FRAP assay. Evaluation of the sensory properties of *Sikhye* added with mulberry revealed that the most preferred flavor, color, and taste were observed in *Sikhye* samples containing 2%, 4%, and 8% extract, respectively. However, the highest overall preference was observed in *Sikhye* sample containing 2% extract, indicating that 2% concentration was most suitable for *Sikhye* and that flavor and aftertaste were more critical than taste. Analysis of the storage characteristics of *Sikhye* added with mulberry indicated that total bacteria count increased across all samples with increased storage period. However, total bacteria count in the added mulberry concentration group decreased in comparison to the control group as the amount of added mulberry increased.

Key words : Quality characteristics, *Sikhye*, mulberry fruit, antioxidant

서 론

음청류는 술 이외의 기호성 음료를 총칭하며, 한국의 전통 음청류는 식용열매와 식용꽃, 잎, 과일 등 쉽게 얻을 수 있는 재료나 한약재 등을 이용하여 차, 탕, 장, 갈수, 숙수, 화채 등으로 만들어졌다(Kim MR 2001; Han ES & Rho SN 2004; Lee YJ 2005; Lee YJ & Byun GI 2006). 한국 전통 음청류는 총 153품목에 달하며(Lee HJ 1994), 의식동원(醫食同源)의 정신이 깃들여져 있어 갈증 해소, 심리적 위안, 원활한 분위기 조성, 건강 보조 기능 등의 목적으로 음용되어 왔다(Lee CH & Kim SY 1991; Park MR 1999; Kang IH 2000; Han ES &

Rho SN 2004). 가정에서만 제조, 애용되던 음청류는 최근 소비자의 요구와 산업화로 스포츠 음료, 식이음료, 차류, 과채 음료, 한방음료, 기능성 음료 등 다양한 음료의 형태로 시판되고 있다(Kim KW 등 1998a; Jo WH 2001; Kim HJ 2004a; Lee YJ & Byun GI 2006). 그 중 식혜는 우리 고유의 전통 음청류로 단술 또는 감주라고 불리며, 고대부터 가정의 행사에 떡과 함께 빼놓을 수 없는 음료였다. 식혜는 아밀라아제와 녹말이 적당한 온도에서 당화되어 제조되는 음료이다(Park SI 2006; Kim KJ 등 2008b). 그러나 식혜는 영양적 측면에서 열량원 또는 단맛 제공에 그치고 있어(Park SI 2006; Min SH 2009) 다양한 맛과 색, 향기뿐만 아니라, 건강을 지향하는 소비자의 요구로 충족할 수 있는 우수한 음료로서 개발될 필요가 있다. 식혜의 기능성 재료 첨가에 따른 연구는 오

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

미지(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), 오미자(Lee JH 2011) 등이 보고되어 있다.

뽕나무(*Morus alba* L.)의 과수(果穗)인 오디(mulberry fruits)는 최근 미국 항공우주국으로부터 우주식품으로 선정되면서 국내는 물론 해외까지 관심이 집중되고 있으며, 한방에서는 상삼(桑椹), 상실(桑實), 오십(烏椹), 흑십(黑椹) 등으로 지칭되어진다. 동의보감 탕액편(湯液篇)에는 ‘잘 익은 까만 오디는 뽕나무의 정령(精靈)이 모여 있는 것이며, 당뇨병에 좋고 오장에 이로우며, 오래 먹으면 배고픔을 잊게 해주고(黑椹桑之精英 盡在於此 主消渴利五臟 久服不飢), 귀와 눈을 밝게(明耳目)하고, 정신을 안정시켜 주며, 사람을 총명하게 해주고, 오디환을 오래 먹으면 백발이 검게 변하고 노화를 방지 한다(久服 變白不老)’라고 기록되어 있다(Heo J 1993). 오디는 노화억제, 당뇨병성 망막장애의 치료, 시력개선 효과, 콜레스테롤억제 효과, 항산화 및 항염증 등 다양한 생리활성을 갖는 anthocyanin 계통의 색소를 가지고 있으며, 주성분은 cyanidin-3-glucoside와 cyanidin-3-rutinoside로 그 비율이 7 : 3 정도로 분포하고 있다(Du Q 등 2008). 또한 오디에는 cyclomulberrin, sanggenon, moracin 및 kuwanon과 같은 항산화, 항고혈압 및 항노화 활성을 가지는 여러 플라보노이드뿐만 아니라, alba-furan, bergapten 등의 항균 및 항염증 물질이 함유되어 있음이 밝혀졌고(Choi SW 2005), resveratrol, oxyresveratrol, oxydihydroresveratrol 및 broussonin과 같은 phytoalexin을 함유하고 있어 암, 염증(Kim SY 등 1998d), 당뇨 및 고혈압(Kim TW 등 1996) 등의 예방 효과가 있어 기능성 신소재로서 최근 각광을 받고 있다(Kim TK 등 2003d). 그러나 크기가 작고 수확 작업이 어려우며, 유통 중에 쉽게 부패되어 대부분 냉동상태의 생과 또는 오디즙, 오디엑기스, 오디주스, 오디젤, 오디국수와 같이 거의 대부분 1차 단순가공식품으로만 생산·판매되고 있는 제한점을 갖고 있다(Kim HB 2000). 오디를 이용한 제품개발 연구가 최근 많이 이루어졌으며, 오디를 이용한 제품 개발 연구로 최소 가공기술을 이용한 오디과실 주스의 제조에 관한 연구(Kim IS 등 2004a), 오디분말 첨가 Yellow Layer Cake(Park HM 등 2011), 오디를 첨가한 쉐러드드레싱의 품질 특성(Kim JA 2010b), 오디분말을 밀가루에 첨가한 쿠키의 품질 특성(Park GS 등 2008), 오디 농축액을 첨가한 식빵의 품질 특성(Lee SB 등 2008b), 오디착즙액 비율에 따른 젤리의 품질 특성(Moon HK 등 2012), 오디 와인 제조 및 품질 특성(Jung GT 등 2005), 오디추출액 첨가 비율에 따른 오디편의 품질 특성(Kim AJ 등 2003), 구연산을 첨

가한 오디 설기떡의 품질 특성(Hong HJ 등 2003) 등이 있다.

따라서 본 연구에서는 오디의 부가가치를 향상시키고, 전통음료인 식혜에 기능성을 부여하기 위한 기초 연구로 오디 식혜를 제조하고, 그 물리화학적 특성, 항산화 특성, 관능적 특성 및 저장특성을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 시약

실험에 사용한 오디(과상2호)는 2014년 5~6월에 경북 예천에서 수확한 것으로 ㈜수주촌에서 제공받아 -20℃에 냉동 보관하면서 사용하였다. 식혜 제조에 사용한 찹쌀(경기도 여주산, 2014년), 엿기름(두레원, 2014년)은 이마트에서 구입하여 냉장 보관하면서 사용하였다.

2. 시료의 제조

오디식혜는 윤숙자(2004)의 전통제조방법을 약간 변형하여 다음과 같이 제조하였다. 오디 농축액은 오디 100 g에 10배의 증류수를 가하고, 4℃에서 2시간동안 100 rpm으로 교반한 추출물을 4℃, 7,500 rpm에서 30분간 원심분리하여 여과한 후 여과액을 50 °Bx가 될 때까지 40℃에서 농축하여 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, Dosung Scientific, Seongnam, Korea)에서 1 kg/cm² 압력으로 10분간 증자하여 제조하였다. 엿기름 추출액은 엿기름 가루에 10배의 증류수를 넣고, 25℃를 유지하면서 2시간 동안 100 rpm으로 교반한 후 부직포로 여과하여 고형분은 버리고, 여과액은 4℃, 7,500 rpm에서 10분간 원심분리(centrifuge 5810f, Eppendorf, Hamburg, Germany)한 후 여과지(Whatman No. 41)를 이용하여 여과한 여과액이다. 식힌 고두밥에 10배의 엿기름 추출액을 골고루 혼합하여 55℃의 water bath(BW-B, Lab Companion, Daejeon, Korea)에서 4시간 동안 당화하였다. 당화액은 4℃, 7,500 rpm에서 10분간 원심분리한 후 여과지(Whatman No. 41)를 이용하여 여과하였다. 여과액은 끓는 물에서 10분간 중탕한 후 급냉하여 효소를 불활성화 시켜 식혜를 완성하였으며(Lee WJ & Kim SS 1998), 완성된 식혜에 열 접촉을 최소화한 오디 농축액(0~8%)을 첨가하여 오디식혜를 제조하였다. 항산화 특성 실험을 위하여 오디식혜를 분말화 하여 사용하였으며, 그 과정은 완성된 오디 식혜를 4,000 rpm에서 10분간 원심분리(centrifuge 5810f)한 후 상등액을 -80 °C에 동결시킨 후 동결 건조(PVTFD 100R, Ilshin, Yangju, Korea)하여 분말화하였다.

3. 물리화학적 특성

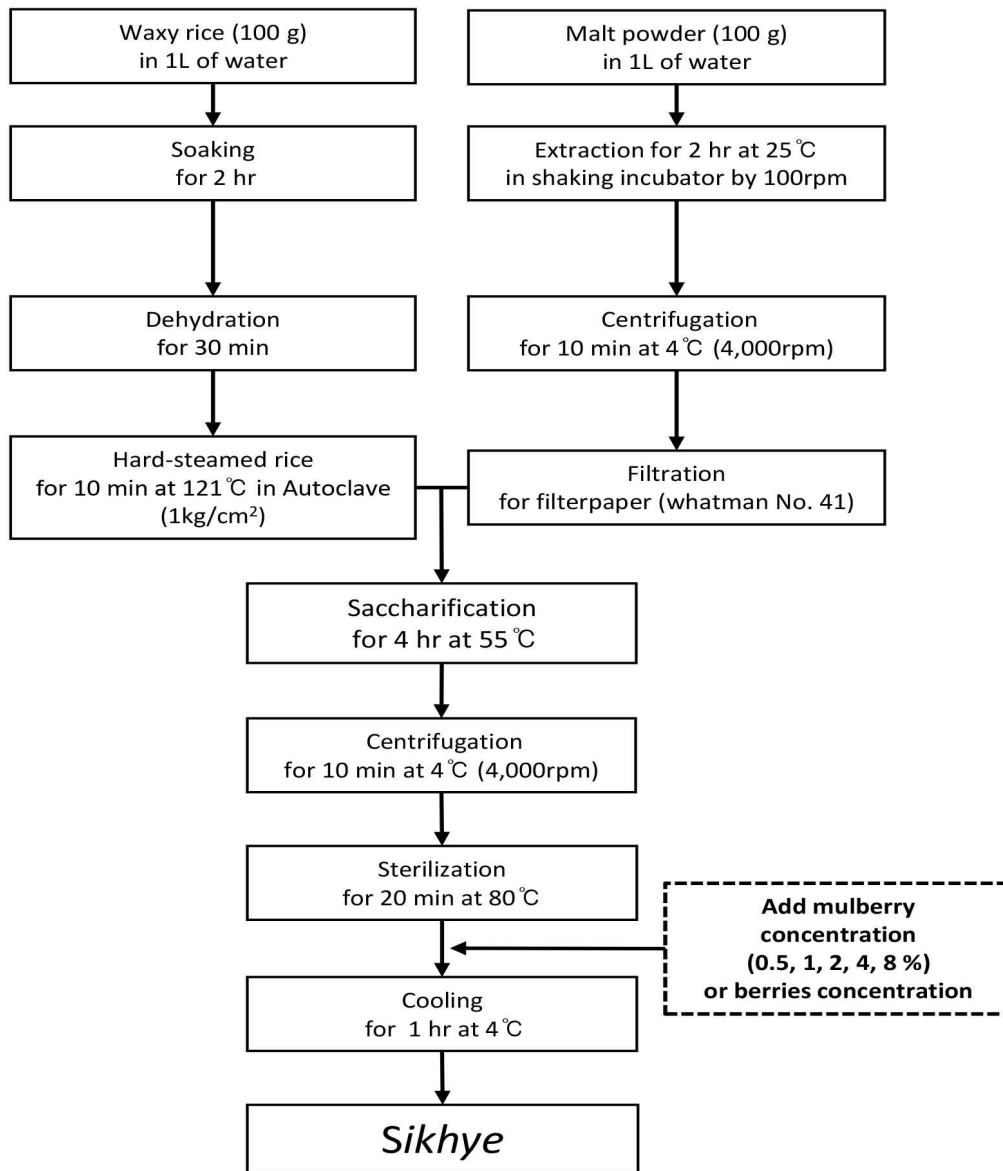


Fig. 1. The manufacturing process of mulberry fruit *Sikhye*.

가용성 고형물 함량은 오디식혜 10 mL를 4,000 rpm에서 5분간 원심분리(centrifuge 5810f)하여 얻은 상등액을 당도계(ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 평균값을 구하였다. pH는 pH meter(Model 320, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 이용하여 시료를 측정하였다. 적정산도는 오디식혜 10 mL를 pH 8.03까지 중화시키는데 소요되는 0.1 N 수산화나트륨의 양으로 측정하였다. 총산도는 오디식혜 5 mL를 취하여 증류수 45 mL를 가한 후 30분간 진탕하고, 4,000 rpm에서 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. 색도는 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Wind-

sor, NY, USA)를 이용하여 시료를 측정하여 Hunter's value인 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 정도를 나타내는 a값(redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타냈다. 이때 사용된 표준백판의 L값은 98.75, a값은 -1.02, b값은 1.10이었다.

4. 향산화 특성 측정

1) Total Polyphenol 함량

총 페놀 함량은 Folin-Denis 법(Swain T & Hills WE 1959)에 따라 측정하였다. 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(microplate spectrophotometer, Epoch, Biotek, VT, USA)를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 이용하여 함량을 표시하였다.

2) Total Flavonoid 함량

총 플라보노이드 함량은 Shen Y 등(2009)의 방법으로 측정하였다. 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)를 측정하였다. 표준물질로는 catechin을 이용하여 함량을 표시하였다.

3) Total Anthocyanin 함량

총 안토시아닌 함량은 pH differential method(AOAC 2005. 2)에 따라 측정하였다. 각 추출물 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 반응액의 흡광도(Epoch)를 각각 측정하여 아래의 식으로 결과를 얻었다.

$$\text{Anthocyanin pigment (cyanidin-3-glucoside equivalents, mg/L)} \\ = \frac{A \times MW \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

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 absorbance) = 26,900 molar extinction coefficient, in L × mol⁻¹ × cm⁻¹

l = pathlength in cm

4) DPPH Radical 소거능

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

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, 시료 1 mL 및 1% potassium ferricyanide 1 mL를 가하고, 이 혼합물을 50 °C에서 20분간 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 1 mL를 넣었다. 반응이 끝난 혼합물을 1,000 rpm에서 10 분간 원심분리(centrifuge 5430R)하여 얻은 상등액 2 mL와 메탄올 2 mL를 넣고 0.1% iron chloride 용액 0.1 mL를 넣은 후 700 nm에서 흡광도(Epoch)를 측정하였다. 표준물질로는 L-ascorbic acid를 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(사용시 37°C로 가열). 시료 0.1 mL에 증류수 0.3 mL와 FRAP reagent 3 mL를 혼합한 후 암소(실온)에서 30분간 방치시킨 다음 593 nm에서 흡광도(Epoch)를 측정하였다. 표준물질로는 L-ascorbic acid를 이용하여 그램당 함량을 표시하였다.

5. 관능적 특성

오디식혜의 관능검사는 실험목적, 검사방법, 평가항목, 관능적 품질 특성 등에 대해 설명하고, 훈련과정을 거친 한국식품연구원의 연구원 20명을 검사요원으로 선정하여 기호도가 높을수록 높은 점수를 주는 7점 척도법으로 평가하였다. 오디식혜는 원통형 투명한 용기(높이 550 mm, 밑지름 350 mm, 윗지름 500 mm)에 30 mL씩 담아 제시하였으며, 한 가지의 시료를 마신 다음 물로 헹군 뒤 평가하도록 하였으며, 시간은 오후 10시에서 11시 사이 공복시간으로 하였다. 평가 항목은 식혜의 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 후미(residual taste), 전반적인 기호도(overall acceptability)로 정하여 평가하였다.

6. 저장 특성

멸균 팩에 각 처리구의 시료 10 mL씩을 넣고 0.85% saline solution을 90 mL 가하여 3분간 좌우상하로 각 100회씩 교반한 후, 적절한 비율로 희석하였다. 일반세균수는 희석액을 aerobic count plate petrifilm(3 M Health care, USA; AOAC, 1995)에 1 mL를 접종하여 35°C에서 48시간 배양한 후 생성

된 붉은 집락수를 계산하고, 그 평균집락수에 회석배수를 곱하여 일반세균수로 하였다. 대장균군은 회석액을 coliform count plates petrifilm에 1 mL를 접종하여 35°C에서 24시간 배양한 후 생성된 붉은 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락수를 계산하고, 그 평균집락수에 회석배수를 곱하여 대장균군수를 산출하였다.

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, NY, USA) 프로그램을 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 물리화학적 특성

오디 농축액을 첨가하지 않은 식혜를 대조군으로 하여 오디 농축액을 농도별로 0.5%, 1%, 2%, 4%, 8% 첨가한 오디 식혜의 물리화학적 특성을 비교하고자 오디 식혜의 가용성 고형물, pH, 적정산도 및 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 가용성 고형물, 적정산도는 농축액의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고, pH는 유의적으로 감소하였다.

가용성 고형물 함량은 대조군이 13.47 °Bx로 가장 낮았으며, 오디 농축액 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하

여($p<0.05$), 8% 오디농축액을 첨가한 식혜에서 16.37 °Bx를 나타냈다. 이는 Lee JH(2011)의 오미자 식혜, Kim JS(2012)의 오디식혜와 유사한 경향이었으며 이는 오디에 다량의 glucose와 fructose를 함유하고 있어 이러한 결과를 나타낸 것으로 유추된다. Kim MR 등(2002a)이 보고한 제조식혜의 당도는 18.7 °Bx로 본 연구결과보다 다소 높았고, 특수미 품종별로 제조한 식혜의 당도는 8.43~10.00 °Bx(Kim EO 등 2008a)로 본 연구결과보다 낮았다. 이러한 차이는 실험에 사용한 엿기를 가루와 밥의 양에 따라 달라질 수 있는 것과 같이(Nam SJ & Kim KO 1989), 설탕을 사용하지 않으면서 오디 농축액만 첨가하여 단맛을 나타낼 수 있는 점을 잘 활용한다면 기능성을 부가하고 소비자의 기호도를 만족시킬 수 있는 식혜 음료를 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

pH는 대조군이 5.96으로 가장 높았으며, 오디 농축액 첨가량이 단계적으로 증가함에 따라 유의적으로 낮아져($p<0.05$) 5.79에서 5.17로 감소하였다. 이는 오디의 높은 유기산 함량에 기인하는 것으로 판단되며, Lee JH(2011)의 오미자 식혜, 오디를 첨가한 요구르트(Sung JM & Choi HY 2014), 오디 베이글(Lee MA & Byun GI 2013)의 연구결과에서도 유사한 결과가 보고되었다.

오디식혜의 적정산도는 대조군이 가장 낮았으며, 오디 농축액 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이는 Sung JM & Choi HY(2014)의 오디 요구르트, Cho JL 등(2011)의 오디 불고기 양념과 유사한 결과를 가졌다.

오디식혜의 명도(L)의 범위는 36.77~51.40로 나타났으며, 대조군이 51.40으로 가장 높게 나타났었다($p<0.05$). 명도는 오디 농축액 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 적색도(a)의 범위는 대조군에서 -0.90에서 나타났으며, 4% 오디 농축액 첨가 식혜가 1.97로 유의적으로 가장 높게 나타

Table 1. Physicochemical properties of *Sikhye* added with different amount of mulberry fruit concentrate

Sample ¹⁾ (%)	SSC ²⁾ (°Bx)	pH	Titratable acidity (mL)	Color		
				L	a	b
0	13.47±0.06 ^f	5.96±0.00 ^a	0.43±0.02 ^f	51.40±0.56 ^a	-0.90±0.20 ^c	0.40±0.30 ^c
0.5	13.73±0.06 ^e	5.79±0.00 ^b	1.54±0.01 ^e	45.93±1.44 ^b	1.43±1.17 ^a	1.80±0.70 ^{ab}
1	13.83±0.06 ^d	5.69±0.06 ^c	1.62±0.01 ^d	43.27±0.40 ^b	1.03±0.55 ^{ab}	1.90±0.60 ^a
2	14.20±0.00 ^c	5.44±0.00 ^d	2.09±0.04 ^c	39.67±1.30 ^c	1.10±0.82 ^{ab}	1.23±0.15 ^{ab}
4	14.80±0.00 ^b	5.31±0.00 ^e	2.20±0.02 ^b	39.40±1.74 ^c	1.97±0.15 ^a	1.03±0.31 ^{bc}
8	16.37±0.00 ^a	5.17±0.06 ^f	3.98±0.04 ^a	36.77±3.08 ^c	0.03±0.68 ^{bc}	0.03±0.32 ^c

¹⁾ 0, 0.5, 1, 2, 4, 8 : Added concentration of mulberry fruits according to the percent(%).

²⁾ SSC : Soluble solid contents.

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

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

났고, 0.5% 첨가 식혜에서 1.43, 2%는 1.10, 1%에서는 1.03으로 일관된 결과를 나타내지 않았다. 또한 오디 농축액을 가장 많이 첨가한 8% 첨가 식혜에서는 0.03으로 오디 농축액을 첨가한 식혜 중 가장 낮은 수치를 나타냈다. 황색도(b)의 범위는 0.03~1.90으로 1% 오디 농축액 첨가 식혜가 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈고($p<0.05$), 오디 농축액 첨가량이 증가할수록 현저하게 식혜의 황색도가 낮아졌으며, 8% 첨가 식혜는 적색도와 마찬가지로 황색도가 0.03으로 나타났다.

Lee JH(2011)의 오미자 식혜, Kim JS(2012)의 오디식혜 및 Cho JL 등(2011)의 오디 불고기 양념의 명도와는 유사한 경향을 보였지만, 적색도와 황색도의 결과에서는 상이한 경향을 나타냈다. Kim JS(2012)의 오디식혜와의 차이는 당화과정부터 오디를 첨가하여 식혜를 제조하는 공정에서 본 연구와 차이를 보여 나타난 결과로 사료된다.

2. 항산화 특성

1) 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량

오디식혜의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량은 Table 2와 같다. 총 폴리페놀 함량은 오디 농축액을 첨가하지 않는 식혜와 0.5%의 오디 농축액을 첨가한 식혜는 12.2, 14.2 $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ 으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 1% 이상의 오디 농축액 첨가 식혜의 폴리페놀 함량은 22.2~75.6 $\mu\text{g GAE}/\text{mg}$ 으로 오디 농축액의 첨가량이 증가

Table 2. Total phenolics, total flavonoids, and total anthocyanins of *Sikhye* added with different amount of mulberry fruit concentrate

Sample ¹⁾ (%)	Total phenolics (mg GAE ²⁾ /g)	Total flavonoids (mg CAE ³⁾ /g)	Total anthocyanins (mg CGE ⁴⁾ /g)
0	12.2±0.19 ^c	2.32±0.01 ^d	0.00±0.00 ^f
0.5	14.2±0.32 ^c	2.78±0.00 ^d	0.42±0.05 ^e
1	22.2±1.17 ^d	4.35±0.05 ^c	1.25±0.01 ^d
2	38.4±0.97 ^c	6.78±0.02 ^c	4.21±0.01 ^c
4	55.3±0.60 ^b	9.12±0.07 ^b	7.54±0.01 ^b
8	75.6±0.35 ^a	12.35±0.11 ^a	10.57±0.01 ^a

¹⁾ 0, 0.5, 1, 2, 4, 8 : Added concentration of mulberry fruits according to the percent(%).

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 $p<0.05$.

함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

오디식혜의 총 플라보노이드 함량은 오디 농축액을 첨가하지 않는 식혜와 0.5%의 오디 농축액을 첨가한 식혜는 2.32, 2.78 $\mu\text{g CAE}/10\text{mg}$ 으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 1% 이상의 오디 농축액 첨가 식혜의 폴리페놀 함량은 4.35~12.35 $\mu\text{g CAE}/10\text{ mg}$ 으로 오디 농축액의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 이는 오디에 함유된 총폴리페놀과 플라보노이드가 식혜 성분으로 이행되었기 때문인 것으로 사료된다. Park NY(2014)의 커피박 추출물로 제조한 식혜의 결과에서도 유사한 경향을 나타냈다.

오디식혜의 안토시아닌 색소함량은 오디에 의해 나타난 색소로 오디 농축액의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

2) DPPH Radical 소거능, 환원력 및 FRAP 법

오디식혜의 DPPH radical 소거능, 환원력 및 FRAP assay는 Table 3과 같았다. 오디식혜의 DPPH radical 소거능은 농축액의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 이는 오미자 추출액(Lee JH 2011), 오디(Kim JS 2012)를 이용한 식혜제조와 같이 시료 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 증가하는 것과 유사한 결과를 가졌다.

환원력은 reductone이 제공하는 수소원자가 free radical 사슬을 분해함으로써 시작되며, 흡광도 수치 자체가 시료의 환원력을 나타내고, 높은 환원력을 가지는 물질일수록 흡광도 값이 높게 나타난다(Jeong CH & Shim KH 2006). 사용된 오디식혜의 금속이온을 환원시키는 환원력은 농축액 함량이

Table 3. DPPH radical scavenging activity, reducing power, and FRAP assay of *Sikhye* added with different amount of mulberry fruit concentrate

Sample ¹⁾ (%)	DPPH radical scavenging (%)	Reducing power (mg AAE ²⁾ /g)	FRAP (mg AAE/g)
0	14.92±6.14 ^f	3.63±1.20 ^d	15.88±0.82 ^f
0.5	26.48±0.64 ^c	12.27±1.34 ^c	23.17±0.32 ^c
1	35.47±3.26 ^d	25.35±2.55 ^{bc}	30.29±1.04 ^d
2	51.98±0.29 ^c	30.32±0.62 ^{bc}	49.18±0.07 ^c
4	68.15±0.18 ^b	39.51±0.32 ^b	62.42±2.06 ^b
8	84.52±0.21 ^a	55.20±1.32 ^a	75.25±1.24 ^a

¹⁾ 0, 0.5, 1, 2, 4, 8 : Added concentration of mulberry fruits according to the percent(%).

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 $p<0.05$.

증가할수록 증가하였다. 이는 Cho JL 등(2011)의 오디를 첨가한 불고기 양념의 결과와 유사하였다. 그리고, Cho MK & Joo OS(2010)의 연구에서는 당화시간이 증가할수록 옥수수수염 추출액 식혜의 환원력이 높게 나타났다.

FRAP assay는 낮은 농도의 pH에서 항산화제에 의해 Fe³⁺-TPTZ 복합체가 청색을 띠는 Fe₂-TPTZ로 환원되어 흡광도로 분석하는 원리이며(Benzie IFF & Strain JJ 1996), 오디식혜의 FRAP 측정 결과는 농축액의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Cho MK & Joo OS(2010)의 연구에서는 당화시간이 증가할수록 옥수수수염 추출액 식혜의 FRAP 값이 높게 나타났다.

이상의 연구 결과로부터 오디 첨가량이 증가할수록 항산화 성분과 항산화력이 증가하였으며, 이는 오디가 식혜의 항산화력을 증가시켜 기능성 음료의 소재가 됨을 알 수 있었다.

3. 관능적 특성

오디식혜의 관능적 특성에 관한 결과는 Table 4와 같다. 오디식혜의 향에 대한 기호도는 오디 농축액을 2% 첨가했을 때 가장 높게 나타났으며, 무첨가군이 가장 낮게 나타났다. 오디식혜의 색에 대한 기호도는 4% 시료군에서 가장 높은 결과를 가졌으며, 2%의 시료군에서 가장 낮은 결과를 가졌다. 오디식혜의 맛에 대한 기호도는 8%의 시료군이 가장 높은 값을 나타냈다. 전반적인 오디식혜의 기호도는 결과는 2%의 시료군에서 가장 높은 값을 나타냈다. 이상의 결과에서 오디 농축액 함량이 높을수록 맛의 기호도는 높아졌으나, 향과 후미는 첨가 농축액 함량이 2% 이상 첨가되면 오히려 기호도가 낮아지며, 색은 4% 첨가된 것이 가장 기호도가 높았다.

Lee JH(2011)의 오미자 열매 추출액의 첨가량을 달리한 식혜의 연구에서는 10% 시료군이 전체적인 기호도에 유의적으로 가장 높은 값을 나타냈다고 보고하여 2%가 가장 높은 본 연구 결과와는 차이를 보였다. 그러나 이런 전반적인

기호도의 차이는 본 연구의 식혜에 사용된 오디가 농축된 상태로 첨가되었으며, 농축하지 않은 추출물에 비하여 고농도이므로 선행연구에서 이루어진 부재료의 비율과 단순비교하기 어려우리라 생각된다.

4. 저장 특성

오디 농축액을 첨가하여 제조한 식혜의 저장 기간에 따른 미생물의 변화를 관찰하기 위해 식품공전에 제시된 일반세균 및 대장균군의 분석방법에 따라 4°C에서 14일간 저장하면서 연구한 결과는 Table 5와 같다. 본 연구에서 14일간 저장실험한 결과, 외관상의 변화는 보이지 않았으며, 대장균군 수도 발견되지 않았다. 저장기간에 따른 총균수의 변화는 0 일에는 미생물이 검출되지 않았으나, 저장기간이 증가함에 따라 총균수는 증가하였다. 대조군에 비해 오디 농축액 첨가군의 총균수는 감소하였고, 오디 농축액의 첨가량이 증가할수록 총균수는 더 감소하였다. 이와 같은 결과는 오디 농축액의 함량이 높아질수록 저장기간이 연장되는 결과를 보여주는 것으로, 오디 내 안토시아닌과 같은 플라보노이드 색소의 증가에 의해(Kim HB 등 2005b) 미생물이 억제되는 것으로 판단된다. Kim JS(2012)의 오디 추출물과 Park NY(2014)의 커피 박의 연구 역시, 첨가량이 증가할수록 총균수가 감소하는 경향을 보여 본 연구와 유사한 결과를 가졌다.

이는 오디 농축액의 첨가는 식혜의 저장성을 높여 유통 중의 안전성을 높여주는 역할을 할 것이라 생각된다.

5. 주성분 분석

오디농축액 첨가량에 따른 식혜의 여러 품질 특성을 비교하여 설명하기 위해 주성분분석을 실시한 결과는 Fig. 2와 같다. 오디식혜에 대한 물리화학적 특성, 항산화 특성 및 관능적 특성을 주성분 분석(principal component analysis; PCA)한 결과, 제 1주성분(PC1)과 제 2주성분(PC2)이 각각 63.58%

Table 4. Sensory evaluation of *Sikhye* added with different amount of mulberry fruit concentrate

Sample ¹⁾ (%)	Favor	Color	Taste	Residual taste	Overall acceptability
0	4.97±0.45 ^c	4.97±0.35 ^a	5.00±0.30 ^a	5.00±0.10 ^b	5.00±0.30 ^{bc}
0.5	5.17±0.51 ^{bc}	4.80±0.46 ^{ab}	4.93±0.40 ^a	5.27±0.21 ^b	5.13±0.15 ^{abc}
1	5.67±0.25 ^{ab}	4.87±0.21 ^{ab}	4.90±0.20 ^a	5.77±0.21 ^a	5.33±0.25 ^{ab}
2	6.07±0.40 ^a	4.37±0.15 ^b	4.83±0.06 ^a	6.07±0.21 ^a	5.67±0.31 ^a
4	5.73±0.21 ^{ab}	5.20±0.30 ^a	5.03±0.15 ^a	5.77±0.25 ^a	5.37±0.35 ^{ab}
8	5.13±0.21 ^{bc}	4.67±0.21 ^{ab}	5.37±0.42 ^a	4.97±0.25 ^b	4.67±0.35 ^c

¹⁾ 0, 0.5, 1, 2, 4, 8 : Added concentration of mulberry fruits according to the percent(%).

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 5. Change in total viable cell of *Sikhye* added with different amount of mulberry fruit concentrate (unit: CFU/mL)

Sample ¹⁾ (%)	Day							
	0	2	4	6	8	10	12	14
0	ND ²⁾	0.5×10^2	1.9×10^2	7.5×10^2	4.1×10^3	4.9×10^5	1.5×10^6	6.3×10^6
0.5	ND	0.4×10^2	1.8×10^2	6.5×10^2	3.5×10^3	3.4×10^5	0.9×10^6	5.9×10^6
1	ND	0.4×10^2	1.5×10^2	5.1×10^2	3.3×10^3	2.9×10^5	0.5×10^6	5.2×10^6
2	ND	0.4×10^2	1.4×10^2	4.9×10^2	2.9×10^3	2.3×10^5	0.1×10^6	5.1×10^6
4	ND	0.3×10^2	1.2×10^2	4.0×10^2	2.5×10^3	2.0×10^5	9.5×10^5	4.3×10^6
8	ND	0.3×10^2	1.1×10^2	3.4×10^2	2.1×10^3	1.7×10^5	8.7×10^5	3.9×10^6

¹⁾ 0, 0.5, 1, 2, 4, 8 : Added concentration of mulberry fruits according to the percent(%).

²⁾ ND : Not detected (1×10^1 CFU/mL).

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

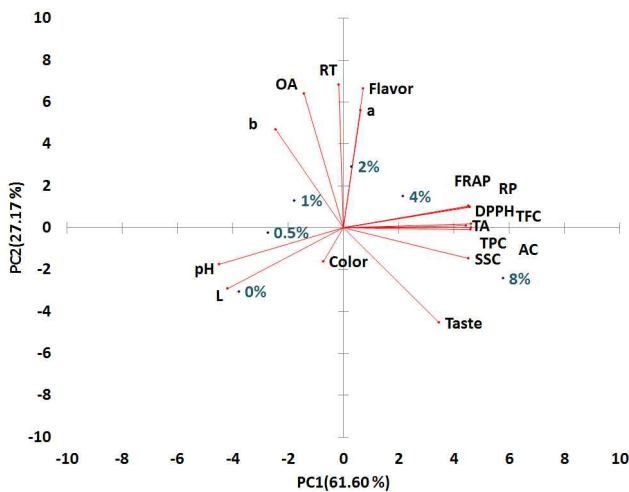


Fig. 2. Principal component analysis (PCA) loading to mulberry fruit *Sikhye* and their characteristics.

0, 0.5, 1, 2, 4, 8 : Added concentration of mulberry fruits according to the percent(%), SSC : Soluble solids contents, L : Lightness, a : Redness, b : Yellowness, TPC : Total phenolic content, TFC : Total flavonoid content, AC : Anthocyanin contents, RP : Reducing power, TA : Titratable acidity

와 25.82%를 설명하여 총 변동의 89.40%를 설명하였다. 제 1주성분(PC1)의 양의 방향에 위치한 시료는 2, 4, 8% 오디 농축액 첨가 식혜로, 주로 향산화 특성, 맛의 기호도, 향의 기호도, 당도, 탁도, 적색도, 적정산도의 특성들이 부하된 것을 알 수 있었고, 음의 방향에 부하된 시료들은 대조군과 0.5% 오디 농축액 첨가 식혜로 주로 pH, 명도 및 색의 기호도 특성들이 부하되었음을 알 수 있었다. 제 2주성분(PC2)의 양의 방향에 부하된 시료는 1, 2, 4% 오디 농축액 첨가 식혜로 주로 환원력, 적색도, 황색도, 향의 기호도 및 전반적인 기호도의 특성이 높게 부하되었다. 이 같은 결과는 Koca I & Kara-

deniz B(2009)의 장과류 과실의 향산화 성분과 향산화 활성과의 관계를 알아본 결과에서도 동일하게 나타났다.

본 연구 결과에서 향산화 특성과 관능적 특성을 모두 만족시킬 수 있는 양의 상관관계에 있는 시료는 2% 오디 농축액 첨가 식혜로서, 이 시료는 향산화 특성과 관능적 특성이 우수한 품질 좋은 식혜로 개발될 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 오디 농축액 첨가에 따른 식혜의 품질 특성을 평가하기 위하여 농축액 첨가별 오디 식혜의 물리화학적 특성, 향산화 특성, 관능적 특성 및 저장특성을 비교하고자 하였다. 오디식혜의 물리화학적 특성 측정 결과, 당도, 적정산도와 탁도는 오디 농축액의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고, pH는 유의적으로 감소하였다. 명도(L)는 36.77~51.40으로 나타났으며, 오디 농축액 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. 적색도(a)는 -0.90~1.97로 나타났으며, 4% 오디 농축액 첨가 식혜가 가장 높게 나타났다. 황색도(b)는 0.03~1.90으로 1% 오디 농축액 첨가 식혜가 가장 높은 값을 나타냈다. 오디식혜의 향산화 특성 측정 결과, 1% 이상에서 오디 농축액 첨가 식혜의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다. 총 안토시아닌 색소는 오디 농축액 함량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. DPPH radical 소거능, 환원력 및 FRAP assay에서 모두 8% 오디 농축액 첨가 식혜가 가장 높은 향산화 특성을 나타냈다. 오디식혜의 관능적 특성은 오디식혜의 향의 기호도가 오디 농축액을 2% 첨가했을 때 가장 높게 나타났다. 색의 기호도는 4% 시료군에서, 맛에 대한 기호도는 8%의 시료군이 가장 높은 값을 나타냈으나, 전반적인 기호도는 2%의 시료군에서 가장 높은 값을 나타내 오디식혜에

적절한 오디 농도는 2%임을 알 수 있었으며, 이는 오디의 맛보다 향, 후미 등이 더 중요하게 작용함을 알 수 있었다. 오디식혜의 저장 특성 결과, 저장기간이 증가함에 따라 모든 군의 총균수는 증가하였다. 그러나 대조군에 비해 오디 농축액 첨가군은 오디 농축액의 첨가량이 증가함에 따라 총균수는 감소하였다.

이와 같은 연구 결과는 오디 농축액에 첨가에 따른 오디식혜의 물리화학적 특성, 항산화 특성, 관능적 특성 및 저장 특성 연구에 있어 기초 자료로서 활용된 것으로 예상되며, 개발한 오디식혜는 최근 웰빙을 추구하는 현대인들의 기호와 건강 지향에 부합되는 새로운 기능성 건강음료가 될 것으로 생각되며, 더 나아가 우리나라 전통음료인 식혜를 계속 전승, 발전시키는데 기초적인 자료로 활용될 수 있어서 상당한 의미가 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

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

REFERENCES

- Ann YH, Lee IS, Kim HS (2011) Quality characteristics of *sikhye* with varied levels of sweet pumpkin during storage. *Korean J Soc Food Cook 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.
- Cho JL, Lee SC, Kim JM (2011) Quality characteristics of *bulgogi* marinade prepared with mulberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1589-1596.
- Cho MK, Joo OS (2010) Manufacture of *sikhe*(a traditional Korean beverage) using corn silk extracts. *Korean J Food Preserv* 17: 644-651.
- Choi SW (2005) Development of high quality functional foods using mulberry (*Morus* spp.) fruit. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs Report.
- Du Q, Zheng J, Xu Y (2008) Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity. *J Food Compost Anal* 21: 390-395.
- Han ES, Rho SN (2004) An analysis of consumption and preference of the Korean traditional drinks by women in different age groups. *J East Asian Soc Dietary Life* 14: 397-406.
- Heo J (1993) *Donggibokam*. In: Tangakpeun(III). Minjungsuweon. Seoul. Korea. pp 1445.
- Hong HJ, Choi JH, Yang JA, Kim GY, Rhee SJ (1999) Quality characteristics of *Seolgiddeok* added with green tea powder. *Korean J Soc Food Cook Sci* 15: 224-230.
- Hur SS (2007) Change in the composition of ginseng *sikhye* during the saccharification process. *Korean J Food Preserv* 14: 650-654.
- Jeong CH, Shim KH (2006) Chemical composition and antioxidative activities of *Platycodon grandiflorum* leaves and stems. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 511-515.
- 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 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.
- Jo WH (2001) Development trend and desirable development direction of traditional material beverage. *Korean J Food Cook Sci* 17: 651-655.
- Jung GT, Joo LO, Choi DG (2005) Quality characteristics and manufacture of mulberry wine. *Korean J Food Preserv* 12: 90-94.
- Kang IH (2000) Comprehensive Compilation of Korean Food. Hollym Corporation. Seoul. Korea. pp 505-506.
- 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 AJ, Kim MW, Woo NY, Kim MH, Lim YH (2003a) Quality characteristics of *oddi-pyun* prepared with various levels of mulberry fruit extract. *Korean J Soc Food Cook Sci* 19: 708-714.

- Kim EO, Oh JH, Lee KT, Im JG, Kim SS, Suh HS, Choi SW (2008a) Chemical composition and antioxidant acidity of the colored rice cultivars. *Korean J Food Preserv* 15: 118-124.
- 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 HB (2000) Sensory characteristics of mulberry fruit jam and wine. *Korean J Seric Sci* 42: 73-77.
- Kim HB, Kim SY, Lee HY, Kim SL, Kang SW (2005b) Protective effect against neuronal cell and inhibitory activity against bacteria of mulberry fruit extracts. *Korean J Crop Sci* 50: 220-223.
- 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 (2004a) The survey of beverage preference and sales trends. Master Degree Thesis, Sookmyung Women's University.
- Kim IS, Lee JY, Rhee SJ, Youn KS, Choi SW (2004a) Preparation of minimally processed mulberry (*Morus* spp.) juices. *Korean J Food Sci Technol* 36: 321-328.
- Kim JA (2010b) Quality characteristics of salad dressing added with mulberry fruit juice from different breeds. *Korean J Culinary Res* 18: 216-227.
- 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 (2008b) Physicochemical characteristics of *sikhye* (Korean traditional rice beverage) with specialty rice varieties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1523-1528.
- Kim KW, Lee MY, Kim JH, Shin YH (1998a) A study on weight control attempt and related factors among college female students. *Korean J Community Nutr* 3: 21-33.
- Kim MR (2001) Korean traditional convenience beverage and cookery science. *Korean J Soc Food Cook Sci* 17: 657-700.
- Kim MR, Seo JH, Heo OS, Oh SH, Lee KS (2002a) Physicochemical and sensory qualities of commercial *sikhes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 728-732.
- Kim SY, Park KJ, Lee WC (1998d) Anti-inflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. *Korean J Medicinal Crop Sci* 6: 204-209.
- Kim TK, Shin HD, Lee YH (2003d) Stabilization of polyphenolic antioxidants using inclusion complexation with cyclodextrin and their utilization as the fresh-food preservative. *Korean J Food Sci Technol* 35: 266-271.
- Kim TW, Kwon YB, Lee JH, Yang IS, Youm JK, Lee HS, Moon JY (1996) A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* 38: 100-107.
- 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 CH, Kim SY (1991) Literature review on the Korean traditional nonalcoholic beverage II. recent status of research and developments. *J Korean Soc Food Cult* 6: 55-60.
- Lee HJ (1994) Study on traditional beverage. *J Korean Soc Food Cult* 9: 421-430.
- Lee JH (2011) Quality of *Sikhe* incorporated with hot eater extract of *Omija* (*Schisandra chinensis* Baillon) fruit. *Food Eng Prog* 15: 80-84.
- Lee MA, Byun GI (2013) A study on physicochemical characteristics of frozen mulberry fruit and the quality and sensory characteristics of bagel with different drying conditions of mulberry powder. *Korean J Culinary Res* 19: 40-51.
- Lee SB, Lee KH, Lee KS (2008b) Quality characteristics of white pan bread with mulberry extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 805-811.
- Lee WJ, Kim SS (1998) Preparation of *sikhe* with brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 30: 146-150.
- Lee YJ, Byun GI (2006) A study on the preference and intake frequency of Korean traditional commercial beverages. *J Korean Soc Food Cult* 21: 8-16.
- Lee YJ (2005) Comparison of the importance and performance (IPA) of the quality of Korean traditional commercial beverage. *Korean J Food Cook Sci* 21: 693-702.
- Min SH (2009) Quality characteristics of *sikhe* prepared with *Astragalus membranaceus* water extracts. *Korean J Food Preserv* 19: 216-223.
- Moon HK, Lee SW, Moon SN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY (2012) Quality characteristics of jelly added with mulberry juice. *Korean J Soc Food Cook Sci* 28: 797-804.
- 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.
- 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 GS, Lee JA, Shin YJ (2008) Quality characteristics of cookie made with *oddi* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 1014-1021.
- 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 MR (1999) A study on beverage consumption pattern and image of college students. *J East Asian Soc Dietary Life* 9: 501-513.
- 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 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.
- Sung JM, Choi HY (2014) Effect of mulberry powder on antioxidant activities and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 690-697.
- 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.
- Yoon SJ (2004) The Rice Cake, Cookie, Drink in Korean Traditional Food. Jigu Pubusing Co., Seoul. pp. 288-291, 318-319.

Date Received	Jul. 31, 2015
Date Revised	Feb. 11, 2016
Date Accepted	Feb. 11, 2016