

오미자 첨가 양파초음료 제조 및 항균·항산화 활성

정은정·*차용준*

창신대학교 식품영양학과, *창원대학교 식품영양학과

Processing of Onion Vinegar Beverage containing Omija Extract and Its Antimicrobial and Antioxidative Activity

Eun-Jeong Jeong and *Yong-Jun Cha*

Dept. of Food Science and Nutrition, Changshin University, Changwon 51352, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 51140, Korea

Abstract

Onion vinegar, which has an undesirable flavor and taste formed through alcohol and acetic acid fermentation, possesses additives that can improve sensory quality. Thus, the objective of this study was to present an optimized blending ratio using response surface methods for an onion vinegar beverage by adding Omija extracts. This study was performed to formulate an Omija-onion vinegar beverage (OOVB) and investigate its antioxidant properties and antimicrobial effects. The experimental design was conducted using an optimal mixture model of response surface methodology which generated eighteen experimental trials with overall acceptance as the responses. According to the statistical analyses, OOVB demonstrated a ratio containing onion vinegar, water, brown sugar, apple extracts and Omija extracts of 10, 72.3, 4.4, 12.2 and 1.1 (weight ratio), respectively. The OOVB revealed desirable nutrition values (phenolics compounds 19.3 mg/100 g, total flavonoids 3.1 mg/100 g, quercetin 1.9 mg/100). The OOVB displayed antibacterial effects in Gram negative *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* and Gram positive *Staphylococcus aureus*. The findings revealed that OOVB was 18% in DPPH radical inhibition and 11% in superoxide dismutase-like activity thus, OOVB has nutritional value and good quality as well as potential biological activities for functional beverages.

Key words: omija, onion vinegar, response surface methodology

서론

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 다년생 식물로 동서양을 막론하고 야채와 향신조미료로써 널리 사용되고 있다(Park 1995). 국내 양파 소비량은 매년 증가하는 추세로 2014년 연간 1인당 31.2 kg 소비가 되었으며, 이는 전체 채소 소비량의 약 17.5%로 다소비가 이뤄지는 조미채소이다(Choi CG 2015). 잘 알려진 양파의 대표적인 기능성 성분으로 flavonoid계 물질(quercetin, kaempferol, rutin 등)과 함황화합물(diallyl disulfide, allyl sulfide, S-methyl-L-cysteine-S-oxide 등)

로 항산화 작용, 콜레스테롤 저하효과, 항동맥경화, 항균작용, 알레르기 반응 억제 등과 같은 생리활성 효과가 우수한 것으로 보고된다(Augusti KT 1996). 반면, 양파는 91~93%로 많은 수분을 함유(Lee HY 2006)하고 있어 저장성이 매우 낮다. 또한, 저장기간 중 중량감소 및 부패가 많이 발생하며, 멍아, 발근 및 위조에 의해 품질 저하뿐 아니라, 유통시 변색, 연부병, 동해가 빈번하게 일어난다(IARIA 2006). 이러한 문제 때문에 수확기에 대량 생산한 후 단시간 내에 양파소비를 가져올 수 있는 고부가가치의 양파가공품 개발과 같은 대안이 요구된다. 식초는 주정발효 및 초산발효를 거쳐 제조되는 양조식초

* Corresponding author: Yong-Jun Cha, Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 51140, Korea. Tel: +82-55-213-3513, Fax: +82-55-281-7480, E-mail: yjcha@changwon.ac.kr

와 빙초산을 희석한 후 과실추출물 및 향미제(향신료, 착색료) 등을 혼합한 합성식초가 있다(Lee ES 2008). 이중 발효방법에 따라 양조식초는 발효과정 중 생성되는 초산뿐 아니라, 각종 유기산, 당, 아미노산 등 식초 주재료의 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다(Jo JS 1994). 최근 기능성 소재로부터의 식초음료 제품으로 식초의 시장규모가 확대되고 있어서 다양한 천연발효식초 음료의 제품개발이 요구되고 있다. 양파초음료는 양파를 이용하여 알코올발효 및 초산발효를 통하여 천연적으로 생성된 향미 및 생리기능성을 기대할 수 있는 음료이지만, 양파의 독특한 향미는 음료로서 부적합한 요소이므로 양파의 불쾌치를 감소시킬 수 있는 첨가제의 선택이 요구된다. 오미자(*Schisandra chinensis* Baillon)는 감미, 산미, 신미, 고미와 함미가 있어 오미자라고 하며(Kim & Chun 1990), 생리활성이 뛰어나 대뇌피질의 기능 향상, 심혈관기능 조절, 혈액순환장애 개선, 분만능력 향상, 신경쇠약, 정신분열증, 시력감퇴, 소양성 피부병 및 흥진 등의 질병에 사용(Hikino 등 1984; Mizoguch 등 1991)되어 예로부터 식품, 기호음료 등으로 널리 이용되어 왔다. 따라서 본 연구는 오미자를 첨가한 양파초음료를 개발하여 음료의 생리활성성분(페놀성 화합물, 플라보노이드, 퀴세틴) 및 생리활성(항균, 항산화활성) 분석결과를 양파초음료의 산업화를 위한 자료로 제시하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 양파(*Allium cepa* L.)는 모곡농산(창녕 소재)에서 구매하여 사용하였다. 음료첨가물인 사과과즙농축액(72 °Brix) 및 오미자 농축액(72 °Brix)은 (주)한미향료에서 제공받았다. 상용되고 있는 식초음료 2종(창원소재 마트)을 구매하여 본 연구에서 개발된 오미자 첨가 양파초음료와 생리활성 성분 및 생리활성성분을 비교분석하였다. 항균성 실험에 사용한 균주 *Bacillus cereus*(ATCC 9634), *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538P), *Listeria monocytogenes*(ATCC 19115), *Escherichia coli*(KCTC 1924), *Salmonella typhimurium*(ATCC 14028), *Enterobacter aerogenes*(ATCC 13048)는 BRC 생물자원센터(Daejeon, Korea)에서 분양받아 사용하였다.

2. 양파초 제조

양파초 제조는 전보(Jeong 등 2016)와 같은 방법으로 제조하였다. 즉, *Saccharomyces cerevisiae*(ATCC 9763)를 YM 배지에 접종시켜 양파착즙액(자당 첨가 13 °Brix, pH 6.2)에 5일간 배양(30 °C, 100 rpm)한 액을 여과(0.45 µm)하여 알코올발효액을 제조하였다(알코올 함량 7.5%). 초산발효액은 *Acetobacter*

pasteurianus(ATCC 9432)를 YPM 배지에 접종시켜 양파알코올발효액에 배양하여 종초를 제조하였다. 종초 35%(v/v, 전체 초산발효액에 대한 부피비)를 양파알코올발효액에 첨가하여 10일간 배양(30 °C, 200 rpm, air 0.5 NL/min)한 액을 양파초(총산 4.2%)로 사용하였다.

3. 발효액의 알코올 및 총산분석

알코올 분석은 발효액을 증류하여 산화법(KNTS 2008).으로 분석하였고, 총산은 식품공전(KFDA 2000)에 따라 NaOH로 적정하여 acetic acid로 환산하였다.

4. 오미자 첨가 양파초음료 최적 배합비율 결정을 위한 중심합성 계획

반응표면분석에 의한 오미자 첨가 양파초음료의 최적 배합비율의 결정을 위하여 황설탕, 사과농축액 및 오미자 농축액의 배합비에 따른 중심합성계획에 의한 반응표면분석법을 사용하였다. 실험계획은 황설탕, 사과농축액 및 오미자 농축액에 대한 실험범위를 선정하여 5단계로 부호화한 18개의 배합조건(8개 요인실험점, 6개의 축점, 4개의 중심점)에서 실험하였다(Table 1). 각 종속변수의 최소 및 최대 범위는 황설탕 0.5~8.5%, 사과농축액 2~14%, 오미자 농축액 0.25~1.25%로 정하였다. Table 1에서와 같이 18개의 배합조건에 따라 황설탕, 사과농축액 및 오미자 농축액을 혼합한 후 양파초(전체무게 10% 혼합) 및 물을 조합하여 전체비율이 100이 되도록 조절하였다. 중심합성법의 종속변수는 오미자 첨가 양파초음료의 기호도검사(전반적기호도, 9점 평점법) 점수로 선정하였다.

5. 관능검사

각 조건에서 배합된 오미자 첨가 양파초음료를 약 50 mL 씩 종이컵에 담아 관능감사원에게 제공하였다. 관능감사원(25명)은 무작위로 추출한 세자리 숫자로 표시된 시료를 각각 3개씩 제공받았으며, 관능감사시 입을 행굴 수 있는 물을 제공받아 9점 평점법(1점: 대단히 싫어한다, 5점: 좋지도 싫지도 않다, 9점: 대단히 좋아한다)에 따라 전반적인 기호도(overall acceptability)를 실시하였다.

6. 페놀성 화합물, 총 플라보노이드 화합물 및 퀴세틴 함량 분석

오미자 양파초음료 및 상용 식초음료의 페놀성 화합물 분석은 Singleton 등의 방법(1999)을 변형한 Dewanto 등의 방법(2002)으로 분석하였고, 총 플라보노이드 화합물 분석은 건강기능식품공전 방법(KFDA 2008)에 따라 분광광도계(Shimadzu, Tokyo, Co., Japan)로 각각 760 nm, 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 화합물의

Table 1. Experimental design for omija-onion vinegar beverage prepared with material proportion

Exp. No.	Ingredients		Independent variables ¹⁾			Dependent variable
	Onion vinegar (%)	Water (%)	X ₁ (%)	X ₂ (%)	X ₃ (%)	Overall acceptance
1	10.00	82.00	2.50	5.00	0.50	4.75
2	10.00	78.00	6.50	5.00	0.50	4.50
3	10.00	76.00	2.50	11.00	0.50	5.33
4	10.00	72.00	6.50	11.00	0.50	5.17
5	10.00	81.50	2.50	5.00	1.00	4.92
6	10.00	77.50	6.50	5.00	1.00	4.83
7	10.00	85.50	2.50	1.00	1.00	6.75
8	10.00	81.50	6.50	1.00	1.00	6.33
9	10.00	80.75	0.50	8.00	0.75	4.00
10	10.00	72.75	8.50	8.00	0.75	4.50
11	10.00	82.75	4.50	2.00	0.75	3.58
12	10.00	70.75	4.50	14.00	0.75	6.25
13	10.00	77.25	4.50	8.00	0.25	5.33
14	10.00	76.25	4.50	8.00	1.25	5.83
15	10.00	76.75	4.50	8.00	0.75	6.58
16	10.00	76.75	4.50	8.00	0.75	6.17
17	10.00	76.75	4.50	8.00	0.75	6.33
18	10.00	76.75	4.50	8.00	0.75	6.50

¹⁾ Abbreviation: X₁ = Brown sugar, X₂ = Apple extract, X₃ = Omija extract.

표준시약은 각각 gallic acid(Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 및 quercetin dihydrate(Q0125, Sigma, St. Louis, MO, USA)로 측정하여 함량을 구하였다. Quercetin의 분석은 Jeon 등의 방법(2009)에 따라 HPLC(Hewlett Packard 1100, Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 칼럼은 ZORBAX C18(4.6×150 mm, 5 µm, XDB-C18, Hewlett Packard, Co., Palo Alto CA, USA)을 사용하였고, 이동상으로는 water : acetonitrile : 5% acetic acid (40 : 30 : 30%), 유속 1.0 mL/min, PDA detector(370 nm) 및 시료주입량 20 µL로 하여 분석하였다.

7. 항균활성 및 항산화 활성

오미자 양파초음료 및 상용 식초음료의 항균활성은 디스크 확산법(KSFSN 2000)에 따라 그람 양성균 *Bacillus cereus*(ATCC 9634), *Listeria monocytogenes*(ATCC 19115), *Staphylococcus aureus*(ATCC 6538P), 3종 및 그람 음성균 *Enterobacter aerogenes*(ATCC 13048), *Escherichia coli*(KCTC 1924), *Salmonella typhimurium*(ATCC 14028) 3종에 대해 항균활성을 검정하였다. 항산화 활성을 측정하기 위하여 Blois 방법(Blois MS 1958)에 따른 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능 및 Marklund과 Marklund의 방법(1974)을 변형한 SOD

(superoxide dismutase)의 유사활성을 분광광도계(Spectrophotometer A10934101307, Shimadzu, Tokyo, Co., Ltd., Japan)를 사용하여 각각 525 nm 및 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8. 통계분석

중심합성계획에 따른 최적배합의 예측은 SAS 9.1(Statistical Analysis System, Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여, 반응표면도를 SAS/GRAPH를 사용하여 두 독립변수 간의 상관성을 검토하였다. 또한, 반복 실험을 통하여 얻은 결과는 SPSS 16.0(Statistical Package Inc., Chicago, USA)을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 하였으며, 통계적 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 검증 후 $p < 0.05$ 수준에서 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 오미자 첨가 양파초음료 개발

전반적 기호도 값을 이용한 반응표면분석 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 오미자 첨가 양파초음료 개발을 위한

반응표면 분석결과의 전체 반응 모형의 유의 확률이 0.05보다 작으므로 반응모형이 통계학적으로 유의함을 볼 수 있고, 결정 계수값이 0.9573으로 모형에 사용된 자료의 적합성이 증명되었다(Table 2). 선형항, 이차항, 교차곱항들의 유의 확률을 본다면 유의확률이 0.05 이하이므로 선형 및 제곱항은 통계학적으로 유의함을 나타내었다. 교차항은 0.1655이므로 모형에서 교차곱의 효과의 삽입이 불필요하다고 하겠으나, 모형을 완벽하게 설명하기 위해서 삽입을 하기로 하였다. 반응모형식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{전반적 기호도} = & -1.336+1.262(\text{황설탕})+0.623(\text{사과농축과즙액}) \\ & +3.189(\text{오미자 농축액}) - 0.133(\text{황설탕}^2) \\ & - 0.005(\text{황설탕})(\text{사과농축과즙액}) - 0.041(\text{사과농축과즙액})^2 \\ & - 0.025(\text{황설탕})(\text{오미자 농축액})+0.347(\text{사과농축과즙액})(\text{오미자 농축액}) \\ & - 3.220(\text{오미자 농축액})^2 \end{aligned}$$

Table 2. Model coefficients estimated by multiple linear regression for dependent variable (overall acceptance) and polynomial equation calculated by RSM program for the omija-onion vinegar beverage

Factor	Coefficients
Constant	-1.336
Linear	X ₁ 1.262*
	X ₂ 0.623*
	X ₃ 3.189
Quadratic	X ₁ ² -0.133*
	X ₂ ² -0.041*
	X ₃ ² -3.220*
Crossproduct	X ₁ X ₂ -0.005
	X ₂ X ₃ 0.347*
Model	
Linear	0.0001
Quadratic	0.0001
Crossproduct	0.1655
Second order polynomials	
Y = -1.336+1.262X ₁ +0.623X ₂ +3.189X ₃ - 0.133X ₁ ² - 0.005X ₁ X ₂ - 0.041X ₂ ² - 0.025X ₁ X ₃ +0.347X ₂ X ₃ - 3.220X ₃ ²	
R ²	0.9573
Total regression (>F)	0.0001
Lack of fit	0.1721

* p<0.05.

Abbreviation: Y = overall acceptance, X₁ = brown sugar, X₂ = apple extract, X₃ = Omija extract.

반응모형의 적합결여도는 유의확률 수준인 0.05보다 큰 값인 0.1721이므로 현재 모형의 적합이 결여된다고 판단할 근거가 없음을 볼 수 있다. 정준분석($\hat{y} = 7.03 - 0.52w_1^2 - 1.75w_2^2 - 2.14W_3^2$)의 결과, 모든 고유값들이 음수이므로 정상점은 최대점임을 알 수 있고, 반응표면의 좌표축 오미자 농축액, 사과농축과즙액, 황설탕 순으로 민감하게 변화함을 알 수 있어서 오미자 농축액의 첨가함량에 따라 전반적인 기호도의 변화가 클 것으로 예상된다.

오미자 첨가 양과초음료의 향미첨가제 간의 효과를 보면 (Fig. 1) 사과농축액과 황설탕의 경우, 황설탕의 함량 증가와 상관없이 사과농축액의 첨가량이 많아지면 전반적인 기호도 상승을 하였다. 오미자의 농축액과 사과농축액의 경우, 사과농축액의 첨가량이 11% 이상일 때 오미자의 농축액의 첨가량에 비례하여 전반적 기호도의 증가가 나타났다. 반면, 황설탕과 오미자 농축액의 경우, 황설탕의 첨가량의 변화는 전반적 기호도에 큰 영향을 못 미쳤으나, 오미자 농축액의 함량에 따라 증감이 일어남을 볼 수 있었다. 특히 오미자 농축액의 첨가량이 1.1% 이하일 때 황설탕함량과 상관없이 낮은 전반적 기호도 값(5이하)을 나타내었다. 그러므로 전반적인 기호도에는 오미자와 사과농축액의 상호작용에 대한 영향이 클 것으로 사료된다.

이상의 결과로부터 오미자 첨가 양과초음료 개발에 있어

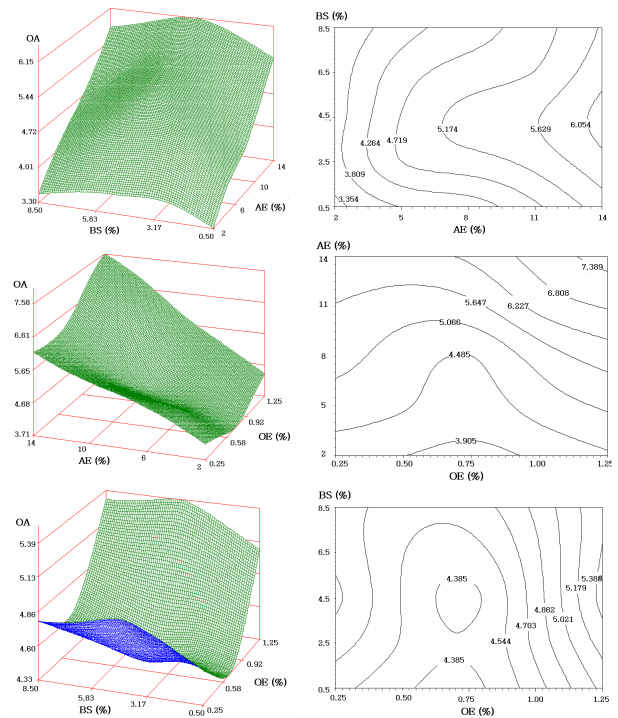


Fig. 1. Response surfaces for the effect of two independent variables on the sensory score (overall acceptance). BS: brown sugar, AE: apple extract, OE: omija extract.

서 최대의 기호도를 얻기 위해서는 다음과 같은 원료배합비율이 나타났다(Table 3).

양파초 : 물 : 황설탕 : 사과농축과즙액 : 오미자 농축액 =
10 : 72.31 : 4.40 : 12.16 : 1.13(무게비율)

실제적으로 상기 배합비율로 배합한 오미자 첨가 양파초음료의 전반적 기호도 값은 7.00을 나타내었다(Table 3).

2. 오미자 첨가 양파초음료의 페놀성 화합물, 총 플라보노이드 화합물 및 퀘세틴 분석

페놀성 화합물은 라디칼 제거에 따른 산화억제 반응을 통한 항산화성 물질로 식물에서 발견되는 대표적인 생리활성 화합물이다(Shahidi & Nacz 1995). 총 phenol 함량은 Table 4에 나타내었다. 양파초에서 33.3 mg/100 g, 오미자 첨가 양파초음료 19.3 mg/100 g, 상용 식초음료에서 각각 경우, 66.4 mg/100 g, 8.7 mg/100 g으로 측정되었다. 품종별 차이가 있겠으나, 국내산 황색 양파의 페놀성 화합물의 함량(Lee HY 2006)은 41.5~54.8 mg%(기준물질 gallic acid), 적색 양파(Moon 등 2010)의 경우, 55~144 mg%(기준물질 catechin)로 검출되었고, 오미자청(Ko ES 2010)의 경우, 162~178 mg%(기준물질 gallic acid), 사과껍질 72.6 mg/g(건물량 기준, 기준물질 gallic

Table 3. Optimum blending condition for omija-onion vinegar beverage using response surface methodology

Ingredients	Omija-onion vinegar beverage
Onion vinegar	10.00
Water (%)	72.31
Brown sugar (%)	4.40
Apple extracts (%)	12.16
Omija extracts (%)	1.13
Predicted value ²⁾	7.03
Actual value ³⁾	7.00

acid)(Lee MY 등 2012)과 같이 각 재료로부터 페놀성 화합물의 영향이 있을 것으로 사료된다. 상용 식초음료 A의 경우, 66.4 mg%로 높은 페놀성 함량이 검출되었는데, 이는 고농축과실식초농축액(복분자식초 36.2%) 원료에서 기인된 것으로 사료된다. 반면, 상용 식초음료의 B는 8.7 mg/100 g으로 낮은 함량을 나타내었는데, 이는 합성식초에 사과과즙, 감미료(액상과당, 결정과당, 벌꿀) 및 기타(폴리덱스트로스, 카라멜색소, 비타민 C)을 섞은 음료로 낮은 생리활성적 가치가 나타내었다.

총 플라보노이드 화합물의 함량은 상용 식초음료 B를 제외하고는 양파초, 오미자 첨가 양파초음료 및 상용 식초음료 A에서 3.0~3.4 mg/100 g 검출되었다(Table 4). 국내산 황색 양파의 총 플라보노이드 화합물의 함량(Lee HY 2006)은 4.1~9.0 mg%(기준물질 catechin) 검출되었고, 오미자청(Ko ES 2010)의 경우, 2.1~3.2 mg%(기준물질 quercetin), 사과껍질 34.2 mg/g(건물량 기준, 기준물질 quercetin)(Lee MY 등 2012) 검출된 보고와 같이 본 연구에서 개발된 오미자 첨가 양파초 음료는 각 원료에서 기대할 수 있는 생리활성 물질의 전이효과 기대할 수 있을 것이다.

Quercetin은 유리기 소거능, 지질과산화 억제를 통한 항산화력, 항균, 항당뇨 및 항암 등의 생리 가능성이 알려진(Leighton 등 1992; Hwang EK 2009; Jin 등 2009) 성분으로 양파초, 오미자 첨가 양파초음료 및 상용제품 A에서 1.9~2.2 mg/100 g 검출되었다(Table 4). 국내산 양파에서는 황색양파에서 15.24 mg%, 자색양파 5.70 mg%에 비하여 다소 적은 함량이 검출되었다(Jeong 등 2006). 본 연구에서 개발된 오미자첨가 양파초음료는 양파초에 비교하여 높은 생리활성 성분의 함량을 가지고 있지는 않으나, 양파초에 비해 음용 기호성이 높은 오미자 첨가 양파초음료 소비가 넓을 것으로 사료된다. 상용제품 A의 경우는 고농축과실식초 음료로 음용시 2~3배로 희석하여 마시는 식초음료이고 제품 B의 경우는 합성식초와 일부 과즙이 첨가된 식품으로 생리활성 가치가 매우 낮은 제품으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 오미자 첨가 양파초음료는 상용제품에 비해서도 생리활성 가치를 기대할 수 있는 제품

Table 4. Contents of phenolics compound, total flavonoids and quercetin in fermented vinegar beverages (mg/100 g)

Samples	Onion vinegar	Omija-onion vinegar beverage	Commercial product A	Commercial product B
Total phenol	33.3±1.0 ^{1)c}	19.3±1.2 ^b	66.4±2.1 ^d	8.7±0.4 ^a
Flavonoids	3.0±0.2 ^{ab}	3.1±0.2 ^{ab}	3.4±0.3 ^b	- ²⁾
Quercetin	2.0±0.1 ^b	1.9±0.5 ^{ab}	2.2±0.3 ^b	-

¹⁾ Mean±S.D. (n=3).

²⁾ Not detected.

Different letters (^{a-d}) within a column indicate significant difference ($p<0.05$).

으로 판단된다.

3. 오미자 첨가 양파초음료의 항균성 및 항산화성

항균성 결과를 Table 5에 나타내었다. 양파초 및 상용 제품 A에서 균 6종에 대해 뛰어난 항균활성을 나타내었지만, 오미자 첨가 양파초음료의 경우, 그람 음성균 *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* 3종에 대해 항균활성을 나타내었고, 그람 양성균 *Staphylococcus aureus*에서만 항균활성이 나타났다. 이러한 항균활성은 양파의 플라보노이드 화합물 및 양파 초산발효 과정에서 생성된 유기산과 같은 화합물에 의한 복합적인 영향으로 판단되며, 오미자 첨가 양파초음료의 유기산의 함량이 낮아짐에 따른 활성이 감소한 것으로 사료된다. 상용식초음료 B 경우, 그람 음성균에서만 항균활성을 나타내었다. 양파의 항균활성에 대한 보고에 따르면 양파유(onion oil)는 aflatoxin 생성균주인 *Aspergillus* sp.와 Gram 양성균주에 대해 항균성을 나타내었고, Welsh onion 추출물은 식품첨가물로 사용되는 sorbate, propionate와 같은 보존제보다도 뛰어난 항균력을 가진다고 보고된다(Hughes & Lawson 1991; Zohri 등 1995; Augusti KT 1996). 식초의 주된 유기산인 acetic acid의 식품부패에 관련한 미생물(*Bacillus cereus*, *Bacillus mesentericus*, *Salmonella aertrycke*, *Staphylococcus aureus*, *Phytomonas phaseoli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*) 활성저지에 관한 연구보고(Garruti 등 2003)에 따르면 acetic acid는 lactic acid와 같은 다른 유기산에 비해 항균활성이 강하고 비교적 낮은 농도에서도 활성을 가지나, 일정 농도 이하에서는 효과가 낮아진다는 보고와 유사하였다. 또한, 오미자의 경우도 오미자 추출물이 *Listeria monocytogenes*,

E. coli 등과 같은 균에 대한 항균효과가 보고(Choi 등 2013)된다. 그러므로 오미자 첨가 양파초음료의 항균성은 발효에 의해 생성된 유기산과 양파 및 오미자로부터 유래되는 활성 성분간의 복합적인 효과로 사료된다.

DPPH는 안정한 자유라디칼로서 DPPH 라디칼 소거능이 높으면 자유라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 높아 체내에 활성산소와 같은 자유라디칼의 소거작용으로 노화를 억제하는 효과를 예시해주는 항산화 물질이다(Lee 등 1997). 양파초는 26.23% DPPH 라디칼 소거능을 가졌고, 오미자 양파초 음료에서 18.21%로 다소 적은 소거능을 가졌다(Table 5). Lee(2006)는 양파착즙액의 DPPH 라디칼 소거능이 24.9~33.9%로 보고하였고, Jang(2009)은 15 °Brix로 농축한 양파착즙액의 경우는 89.4~94.4%의 라디칼 소거능을 발표하였다. 본 연구의 양파초는 원료 양파의 활성과 유사하나, 고농축액에 비해서는 낮은 활성을 나타내었다. 상용식초음료에서는 각각 69.85%, 60.03%의 활성을 나타내었다. 상용식초음료의 경우 제품의 vitamin C와 같은 첨가제로 인하여 높은 값을 나타낸 것으로 사료된다.

항산화 효소중 superoxide dismutase(SOD)는 super oxide anion radical(O₂⁻)를 과산화수소로 전환시키는 촉매효소 활성산소 방어기작에 중요한 역할을 한다. 양파초에서 SOD의 유사활성은 58.58%로 나타났고, 오미자 첨가 양파초음료에서 11.06% 활성을 나타내었다(Table 5). Lee(2006)는 양파의 SOD 활성은 25.9~39.5%, 15 °Brix로 농축한 양파착즙액의 경우는 40.8~45.9%(Jang HS 2009)로 본 연구의 양파초는 SOD 유사활성도가 높은 값을 나타내었다. 상용제품 A의 경우, 양파초와 유사한 53.48%의 함량을 가진 반면, 상용제품

Table 5. Antimicrobial activity, DPPH radical scavenging activity and superoxide dismutase-like activity of fermented vinegar beverages

	Onion vinegar	Omiija-onion vinegar beverage	Commercial product A	Commercial product B
Gram (+)				
	<i>Bacillus cereus</i>	-	15.0	-
	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	11.5	-
Antimicrobial activity	<i>Staphylococcus aureus</i>	9.5	14.0	-
Gram (-)				
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	10.7	9.7	9.5
	<i>Escherichia coli</i>	10.0	11.0	11.0
	<i>Salmonella typhimurium</i>	10.0	11.2	10.3
	DPPH radical scavenging activity (%)	26.23±0.16 ^{1b}	18.21±0.28 ^a	60.03±0.25 ^c
	Superoxide dismutase-like activity (%)	58.58±0.25 ^d	11.06±1.07 ^b	53.48±0.65 ^c

¹⁾ Mean±S.D. (n=3).

Different letters (^{a-d}) within a column indicate significant difference ($p<0.05$).

B는 9.08%로 낮은 활성을 나타내었다.

본 연구에서 개발된 오미자 첨가 양파초음료는 원료인 양파초나 상용제품 A에 비교하여 낮은 항균성과 항산화성을 나타내었지만, 양파초에 비하여 관능이 개선된 제품으로 음용의 편리성을 고려하여 본다면 잠재된 기능성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 상용제품 A의 경우, 농축과실식초음료로 섭취시 원액의 3배를 희석이 권고되는 음료로 본 연구에서 개발된 제품과 유사한 생리적 기능성을 가질 것으로 판단된다.

요약 및 결론

식초는 산미를 갖는 조미료로 인류의 식생활에서 오랜 역사를 지닌 발효식품 중 하나이다. 최근 음료시장의 신소재에 대한 소비자의 욕구 증대로 인해 과채류 음료제품들에 대한 소비가 증대되고 있다. 반면, 양파초는 양파특유의 냄새로 인한 관능적인 저하를 가지므로 양파의 불쾌치를 감소시킬 수 있는 첨가제의 선택이 요구된다. 이에 본 연구는 오미자 첨가 양파초음료를 중심합성계획에 따른 반응표면분석을 통하여 양파초 : 물 : 설탕 : 사과농축액 : 오미자 농축액 = 10 : 72.3 : 4.4 : 12.2 : 1.1(무게비) 비율로 제조하였다. 개발된 오미자 첨가 양파초음료의 기능성 성분 분석결과, 총 페놀성 화합물의 함량은 19.3 mg/100 g, 총 플라보노이드 화합물의 함량은 3.1 mg/100 g이었고, quercetin은 1.9 mg/100 g으로 측정되었다. 오미자 첨가 양파초음료의 생리적 기능성 즉, 항균성 및 항산화성(DPPH 라디칼 소거능, SOD 유사활성) 측정 결과, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* 및 *Staphylococcus aureus* 4종의 균에서 항균성을 가졌고, DPPH 라디칼 소거능에서는 18.1%, SOD 유사활성은 11.1%의 활성을 나타내었다. 이와 같이 본 연구를 통해 개발된 오미자 첨가 양파초음료는 항균성 및 항산화성을 가지는 음료로 음용의 편리성 및 섭취량을 고려하여 본다면 생리적 기능활성을 기대할 수 있을 것으로 본다.

References

- Augusti KT. 1996. Therapeutic values of onions (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). *Indian J Experimental Biology* 34:634-640
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Choi CG. 2015. A Guide for Farming-Onion Management pp.40. Rural Development Administration
- Choi EJ, Jang SR, Kang OJ, Bang WS. 2013. Antimicrobial activity of *Psoralea corylifolia*, *Schisandra chinensis*, and *Spatholobus suberectus* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 45:495-500
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50:3010-3014
- Garruti DS, Franco MRB, Silva MAAP, Janzanti NIS, Alves GL. 2003. Evaluation of volatile flavour compounds from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice by the Osme gas chromatography/olfactometry technique. *J Sci Food Agric* 83:1455-1462
- Hikino H, Kiso Y, Taguchi H, Ikeya Y. 1984. Antihepatotoxic actions of lignoids from *Schizandra chinensis* fruits. *Planta Med* 50:213-218
- Hughes B, Lawson L. 1991. Antimicrobial effects of *Allium sativum* L. (garlic), *Allium ampeloprasum* L. (elephant garlic), and *Allium cepa* L. (onion), garlic compounds and commercial garlic supplement products. *Phytotherapy Research* 5: 154-158
- Hwang EK. 2009. Effect of quercetin supplement on major biochemical parameters in sera of rats fed high fat and high cholesterol diet. *J Vet Clin* 26:413-418
- Industry-Academia-Reserch Institute of Ajou University (IARIA). 2006. Identification of onion components having beneficial effects on cardiovascular diseases, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries of the Republic of Korea, pp.20
- Jang HS. 2009. Quality stability of concentrated onion extracts having biological activity during storage. Master's Thesis, Changwon National Uni. Changwon, Korea
- Jeon SY, Jeong EJ, Baek JH, Hwang SJ, Cha HR, Cha YJ. 2009. Validation of analysis method for main component of Oniwell™ (extracts of Changnyeong premium onion). *Proceedings of 2009 International Symposium and Annual Meeting on Korean Soc Food Sci Nutr*. November 4-6. Changwon, Korea
- Jeong CH, Kim JH, Shim KH. 2006. Chemical components of yellow and red onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 708-712
- Jeong EJ, Park HJ, Cha YJ. 2016. Fermented production of onion vinegar and its biological activities. *Korean J Food Nutr* 29:962-970
- Jin EY, Park YS, Jang JK, Chung MS, Park H, Shim KS, Choi YJ. 2009. Extraction of quercetin and its glucosides from onion

- edible part using solvent extraction and various extraction assisting methods. *Food Eng Prog* 13:147-153
- Jo JS. 1994. Types and characteristics of vinegar. *Food Science and Industry* 17:38-50
- Kim JE, Chun HJ. 1990. A study on making jelly with omija extract. *Korean J Soc Food Sci* 6:17-24
- Ko ES. 2010. The standardization of manufacturing process for omija-cheong, as a concentrated extracts from sugar-treated omija (*Schizandra chinensis*). Master's Thesis, Wonkwang Uni. Iksan, Korea
- Korea Food and Drug Administration (KFDA). 2000. Food code, Korean Food Industry Association, Seoul. pp.378-379
- Korea Food and Drug Administration (KFDA). 2008. Health/Functional Food Code, No. III. 3.6.3. Korea Food and Drug Administration
- Korea National Tax Service (KNTS). 2008. Liquor Analysis Regulation. NTS Technical Service Institute. Seoul. pp.37-39
- Lee ES. 2008. Study on the chemical compositions and antioxidant activities of the vinegar drinks from naturally fermented *Gastrodia elata* blume. Master's Thesis, Daegu Haany Uni. Kyungbuk, Korea
- Lee GD, Chang HK, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite scavenging activities of edible mushrooms. *Kor J Food Sci Technol* 29:432-436
- Lee HY. 2006. Comparison of quality and functional properties of domestic onions during storage. Master's Thesis, Changwon National Uni. Changwon, Korea
- Lee MY, Yoo MS, Whang YJ, Jin YJ, Hong MH, Pyo YH. 2012. Vitamin C, total polyphenol, flavonoid contents and antioxidant capacity of several fruit peels. *Kor J Food Sci Technol* 44:540-544
- Leighton T, Ginther C, Fluss L, Harter W, Cansado J, Notario V. 1992. Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in *Allium* vegetables; Phenolic compounds in foods and their effects on health II. *Am Chem Soc Sym Ser* 507:220-238
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of superoxide anion radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47:467-474
- Mizoguchi Y, Kawada NY, Tsutsui N. 1991. Effect of gomisins A in the prevention of acute hepatic failure induction. *Planta Med* 57:320-32
- Moon JS, Kim HD, Ha IJ, Lee SY, Lee JT, Lee SD. 2010. Chemical component of red onion (*Allium cepa* L.) according to cultivars and growing areas. *Kor J Hort Sci Technol* 28:921-927
- Park YK. 1995. Source and processing technology of vegetable juices and the trend of study. *Bullein of Food Technology* 8:59-68
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299:152-178
- The Korean Society of Food Science and Nutrition (KSFSN). 2000. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition, pp.220-222, 666-667, Hyoil publishing, Seoul, Korea
- Zohri A, Abdel-Gawad K, Saber S. 1995. Antibacterial, anti-dermatophytic and antioxigenic activities of onion (*Allium cepa* L.) oil. *Microbiol Res* 150:167-172

Received 05 November, 2017

Revised 20 December, 2017

Accepted 12 January, 2018