

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 품질특성

박 기 봉[¶]

문경대학교 호텔조리과[¶]

Quality Characteristics of Yogurt Dressing Added with Mulberry Juice

Ki-Bong Park[¶]

Dept. of Hotel Culinary art, Munkyeong University[¶]

Abstract

This study aims to determine the physicochemical and sensory qualities of yogurt dressing prepared with mulberry juice(0, 10, 20, 30 and 40%). As the amount of organic acid added with mulberry juice increased, malic acid, acetic acid and citric acid contents increased, while tartaric acid content decreased. The viscosity of the control group(5033.33 cP) was higher than that of the others(3043.33~736.67 cP). The pH of the control group(3.38) was lower than that of the others(3.38~3.45). The sweetness of the control group(15.80) was lower than that of the others(16.30~16.83). As for the colors, L value decreased significantly, whereas a value and b value increased significantly with more mulberry juice added. DPPH radical scavenging activity of the control group was 8.61%, whereas that of yogurt dressing samples with mulberry juice ranged from 21.98~50.65%. The sensory property results showed that yogurt dressing with 20% mulberry juice added group had the highest value in terms of color, taste, mouth feel and overall acceptability. Overall, the result of this study indicates that the yogurt dressing containing 20% of mulberry juice was most preferred among the groups.

Key words: mulberry juice, yogurt dressing, organic acids, sensory qualities, physicochemical

I. 서 론

최근에 웰빙의 영향으로 식품의 영양학적 면과 기능적인 면이 강조되고 식생활의 국제화와 소득 수준의 향상으로 식생활이 다양화되고 소비자의 입맛도 급변하고 있으며, 특히 건강에 대한 관심이 높아지면서 우리 전통 채소나 서양의 특수 향신 채소의 소비가 증가하고 있는 추세이다(Kim MH et al 2003). 샐러드는 대표적인 채소의 조리 방법으로 신선한 느낌을 주면서 식욕을 돋우기

때문에 어린이나 신세대들에게도 기호도가 매우 좋으며 모든 사람들의 건강 유지에 필요한 비타민과 무기질을 섭취하는데 용이한 음식이다(Kim HD et al 2002). 그래서 건강식과 채식에 대한 관심이 높아지면서 샐러드가 주 요리 자체로 많이 이용되고 있고 이에 따라 샐러드의 맛을 더해 주는 드레싱의 이용률도 더불어 증가하고 있다(Choi SN·Chung NY 2009).

드레싱은 음식의 맛을 증진시키고 색상을 부여하는 역할과 부재료의 첨가로 영양가를 높이고

¶ : 박기봉, 010-3080-1559, cookart21c@naver.com 경북 문경시 호계면 대학길 161 문경대학교 호텔조리과

소화 작용을 도와주는 기능을 가지고 있고(Lee KI 2004,) 샐러드에 곁들이면 채소의 풍미와 향미 증진 및 체액을 알칼리성으로 유지하는데 도움을 준다(Kim MH et al 2003). 우리나라 사람들이 많이 사용하는 대표적인 드레싱인 마요네즈는 조지방 70~80%, 수분 12~16%, 조단백질 2~3%, 회분 1~2% 등(Chang HG·Yoo BS 2008)으로 조지방 함량이 많을 뿐 아니라, 난황성분 중의 콜레스테롤에 의한 관상심장병 등 성인병 유발에 대한 우려가 있다(Weiss TJ 1983).

따라서 마요네즈 함량이 적고 지방과 칼로리가 낮은 건강기능성 드레싱을 더 선호(Hwangbo MH et al 2006)하는 추세에 따라 마늘(Jeong CH et al 2007), 된장(Shim HJ et al 2008), 매실(Kim HY·Jo HA 2010), 키토올리고당(Park GS·Lee Kim JY 2011), 유자즙(Kim KM et al 2013) 등을 첨가하여 지방함량과 칼로리를 줄이고 기능성을 높인 드레싱에 대한 연구들이 보고되고 있다.

우유 또는 탈지분유를 원료로 하여 유산균을 접종시켜 발효시킨 요구르트는 우유의 영양과 소화율이 향상된 유제품으로 독특한 풍미와 다양한 생리적인 기능으로 인하여 세계적으로 수요가 꾸준히 증가하고 있으며, 원료로 사용되는 우유성분 외에도 유산균에 의해 발효 과정에서 생성되어지는 유산, 펩톤, 펩티드, 올리고당 등의 유효성분이 있어서 식품영양학적으로 매우 우수한 식품으로 알려져 있다(Harte F et al 2003).

발효유의 원료인 유성분 효과, 젖산균의 작용에 의해 생성된 유효물질 효과, 그리고 젖산균의 장내증식에 의한 정장작용 등이 있으며(Gilliland SE 1989), 유당 소화불량 개선(Ahn YT et al 2006), 비타민과 무기질의 흡수 촉진, 소화기관 강화 및 대장암 발생률의 저하(Jung HA et al 2011)등의 효과가 있으며 다양한 부재료 첨가가 가능하므로 기능성 강화에 도움이 되는 부재료를 첨가하여 생리활성이 더 우수한 요구르트를 제조하기 위한 연구들이 진행되어 왔다(Shin JH et al 2010).

그러나 요구르트를 사용한 드레싱 제조에 관한 연구는 삼백초 추출물 첨가 요구르트를 이용한 드레싱 제조의 최적화(Hwangbo MH et al 2006), 블루베리즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 품질특성(Lee WG·Lee JA 2012), 복분자즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 품질특성(Park JY et al 2013) 등 건강기능성 재료를 첨가한 요구르트 드레싱에 대한 연구는 미비한 실정이다.

오디(Mulberry fruit)는 쌍떡잎식물 뽕나무목 뽕나무과(*Moraceae*)에 속한 낙엽교목인 뽕나무(*Morus alba L.*)의 열매이며 온대에서 아열대에 이르기까지 널리 분포하고 분포밀도가 가장 높은 곳은 동아시아의 한국, 중국대륙 및 일본 열도이다(Kim HB 2003). 5월부터 6월에 걸쳐 과실의 색이 검은색 또는 자홍색을 나타낼 때 채취하여 식용하거나 건조한 후 한약재로 사용하고 있으며 한방에서는 ‘상심자(桑椹子)’라고도 하며 백발을 검게 하고 소갈(消渴)을 덜어주며 오장을 이롭게 하는 자양 강장제이며 빈혈, 고혈압, 관절통 및 대머리 치료에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Kim IS et al 2004, Kim AJ et al 2003).

또한 오디는 다량의 glucose와 fructose를 함유하고 있으며 구연산, 사과산, 주석산 및 초산을 지니고 있고 일반과실에 비해 영양성분이 전반적으로 높다(Kim HR et al 2006). 특히 Ca, K 및 Vitamin C의 함량은 부사사과에 비해 각각 14배, 2배 및 18배 높으며 Vitamin C는 감귤보다 1.5배가 높다(Hong JH et al 2003, Kim AJ et al 2003). 오디의 색소인 안토시아닌은 플라보노이드류의 일종으로 노화억제, 망막장애의 치료 및 시력개선 효과, 항산화작용 등의 생리활성이 있는 것으로 보고되었다(Wang H et al 1997).

오디의 과실은 무르고 다량의 수분을 함유하고 있어 수확 후 품질 저하로 생과로서의 이용이 불안정하므로 오디를 이용한 가공식품의 개발이 제한되어 왔으나(Jung GT et al 2005), 최근 오디의 기능성 물질과 생리활성 성분이 부각되면서 수요가 늘어나고 다른 양잠업과 비교해 전문 기술이

필요 없이 재배가 용이하며 뽕나무 식재 후 2년차 부터 수확이 가능하여 재배 농장 및 생산량이 증가하면서 오디를 이용한 가공식품 개발 연구가 다양하게 진행되고 있다(농림축산식품부 2014).

오디를 이용한 연구로는 오디를 첨가한 샐러드 드레싱의 품질특성(Kim YJ 2010), 오디 첨가량을 달리한 오디식초의 품질특성에 관한 연구(Hong SG 2010), 오디즙 첨가 양갱의 제조 조건 최적화(Pyo SJ 2011), 오디 초콜렛의 품질 특성 및 제조 조건 최적화(Park SY 2011), 오디 첨가량과 밀술의 종류를 달리한 오디 막걸리 품질특성(Kim SH 2012), 품종을 달리한 오디즙 첨가 샐러드 드레싱의 품질 특성(Lee JA 2012), 건조조건에 따른 오디분말을 첨가한 마들렌의 품질특성(Lee MA et al 2013) 등이 보고되었다. 그러나 오디 과실의 크기가 일반 과실에 비해 상대적으로 매우 작고 수분이 만하 저장 및 유통이 쉽지 않고 보관이 어려워 오디에 관한 연구에 한계가 있었다(Lee MA et al 2013).

본 연구에서는 각종 기능성 물질과 생리활성 성분을 다량 함유하고 있는 오디 특유의 향과 맛이 드레싱의 관능적 기호도를 높여줄 것이라는 점에 착안하여 오디와 요구르트를 이용한 건강기능성 식품으로 개발하고자 하였다. 그래서 오디즙을 이용한 요구르트 드레싱을 제조한 후 이화학적 특성 및 관능적 품질 특성을 비교하여 오디즙의 최적 첨가량과 새로운 건강기능성 요구르트

드레싱 개발 가능성을 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 실험 재료

요구르트 드레싱 제조에 사용된 덴마크 플레인 요구르트(동원 테어리푸드), 레몬쥬스(상도 코포레이션), 꿀(동서식품, 아카시아꿀), 소금(백설), 백 후추(천우식품)는 홈플러스(점촌점)에서 구입하여 사용하였으며 오디즙은 국내산 오디(전라북도 진안군 성수면, 뽕사랑 식품)를 구입하여 가정용 핸드 블랜더(HR-1372)로 2분간 분쇄한 후 20 mesh 체에 걸러 사용하였다.

2) 오디즙 첨가 요구르트 드레싱 제조

요구르트 드레싱의 재료 배합비는 <Table 1>과 같으며 선행연구(Park JY et al 2013)를 참고하여 5번 이상 예비실험을 거친 후 가장 적합한 재료의 비율을 기준으로 제조하였다. 제조방법은 용기에 요구르트, 오디즙(대조구 요구르트 함량 대비 10~40%), 레몬쥬스, 꿀, 소금, 백 후추를 첨가하여 핸드 블랜더(HR-1372, 필립스, 중국)를 사용해 1분간 교반하여 요구르트 드레싱을 제조하였다.

<Table 1> Formulas of yogurt dressing added with mulberry juice

Ingredient(g)	Samples ¹⁾				
	Control	MYD10	MYD20	MYD30	MYD40
Yogurt	300	270	240	210	180
Mulberry juice	0	30	60	90	120
Lemon juice	20	20	20	20	20
Honey	25	25	25	25	25
Salt	1	1	1	1	1
White pepper	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

- 1) Control : yogurt dressing added with 0% mulberry juice
 MYD10 : yogurt dressing added with 10% mulberry juice
 MYD20 : yogurt dressing added with 20% mulberry juice
 MYD30 : yogurt dressing added with 30% mulberry juice
 MYD40 : yogurt dressing added with 40% mulberry juice

2. 실험 방법

1) 오디의 일반분석

오디의 일반분석 방법은 AOAC법(AOAC 1996)에 따라 실시하였다. 수분함량은 105℃ 상압 가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl 질소 정량법, 조지방은 에테르추출법, 회분은 검체를 도가니에 넣고 직접 550~600℃의 온도에서 완전히 회화처리 하여 무게를 재는 칭량법, 당도는 디지털 당도계를 이용하여 측정, 포도당은 액체크로마토그래프-시차굴절계검출기를 이용한 기기분석법, 안토시아닌은 UV-vis 로 측정하였으며 모든 분석은 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

2) 유기산 분석

시료를 호로믹서로 고르게 균질화한 후 10 g을 100 mL 용량 플라스크에 취한 후 증류수로 표지선까지 정확히 채우고 초음파로 1시간 추출하였다. 5℃의 원심분리기 3000rpm에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 취한 다음 membrane filter(0.45 μ m)로 여과 후 HPLC(Agilent사, Agilent 1200 Infinity Series, Germany)로 분석하였으며 분석조건은 <Table 2>와 같다. 표준유기산은 Sigma 사의 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, acetic acid 순도 99%이상을 이용하여 분석하였다. 유기산은 표준 유기산의 각 retention time을 확인하였고 그 때의 표준 유기산 면적과 시료의 면적으로부터 함량을 계산하였다. 모든 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

3) 점도, pH와 당도 측정

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱 점도 특성을 알아보기 위해 Viscometer (Brookfield DV-E Viscometer, USA)를 이용하여 10 rpm으로 spindle 4를 이용하여 상온에서 측정하였으며 spindle 이동기 시작한 후 1분 정도 되는 순간의 점도를 cP(centi poise)단위로 읽었다. pH는 시료 10 g에 증류수 10 ml를 가하여 원심분리 한 후 상등액을 취하여 pH meter(Thermo Orion 3 star Benchtop, USA)를 이용하여 측정하였다. 당도는 디지털 당도계(Atago digital refractometer PAL-3, Japan)를 이용하여 측정하였고 모든 시료는 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다.

4) 색도

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱 색도는 제조된 요구르트 드레싱을 일정한 크기의 셀에 담은 후 색차계 (CM-3500d, Konica Minolta, Sakai, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도)값, a(적색도)값, b(황색도)값을 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 표준백색판의 L값, a값, b값은 각각 99.09, -0.08, -0.32이었다.

5) DPPH radical 소거활성

항산화 활성 중의 하나인 DPPH에 대한 전자공여능은 선행연구(Kim JM 2008)를 참고하여 측정하였으며 에탄올에 녹인 시료 0.2 mL에 0.2 mM DPPH 용액 0.8 mL를 첨가하여 섞은 뒤 30분간 정치한 후 UV/VIS 분광광도계(UV-Probe UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)에서 흡광도를 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. DPPH

<Table 2> Operating conditions of HPLC for analyzing organic acids

Specification	Condition
Column	Eclipse XDB-C18(4.6×150mm, 5 μ m, Agilent社, USA)
Mobile phase	5 mM sulfuric acid
Flow rate	0.6 mL/min
Column temperature	30℃
Injection volume	10 μ L
Detector	DAD 214nm

<Table 3> Chemical compositions of mulberry juice

	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude Lipid(%)	Crude ash(%)	Sweetness (°Brix)	Glucose (g/100g)	Anthocyanin (mg/kg)
Mulberry juice	84.93±0.20	0.63±0.03	0.38±0.67	0.41±0.02	15.00±1.00	2.02±0.03	690.50±3.15

1) Mean±SD(n=3)

전자공여능은 다음과 같은 식에 의해 계산하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = [1 - (\text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})] \times 100$$

6) 관능검사

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 관능검사는 문경대학교 호텔조리과 전공 학생 27명 (남 16명, 여 11명)을 대상으로 실시하였다. 드레싱은 일정한 양을(20 mL) 일회용 접시에 담아 제공하였으며 한 개의 시료를 평가한 후 반드시 생수로 입안을 행구하고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 관능검사는 배고픔을 느끼는 시간을 피해 오후 15~16시 사이에 실시하였으며 평가내용은 색(color), 걸쭉한 정도(thickness), 향(flavor), 맛(taste), 입안에서의 촉감(mouth feel), 전체적인 기호도(overall acceptability)로서 매우 진하다(좋다) 7점, 보통이다 4점, 매우 연하다(싫다) 1점으로 나타내었다.

3. 통계처리

관능검사를 비롯한 모든 실험결과는 SPSS 프로그램(SPSS 20 for Windows, SPSS Inc.)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 그 측정 평균값간의 유의성은 P<0.05수준으로 Duncan의 다중범위시험법으로 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유기산 분석

1) 오디즙의 일반분석

오디즙의 일반성분은 <Table 3>과 같다. 수분은 84.93%였고, 조단백 0.63%, 조지방 0.38%, 회

분 0.41%, 당도 15.00 °Brix, 포도당은 100g에 2.02g, 안토시아닌은 kg에 690mg으로 나타났다. Lee JH et al(2005)의 오디의 일반성분과 비교해 보면 수분 88.45%, 조단백 2.23, 조회분 0.88 보다 낮았으며 조지방 0.24, 당도 11 °Brix보다 높게 나타났다. Lee JA·Choi SH (2011)의 오디농축액 첨가 머핀 품질특성에서 수분 85.54%, 조지방 0.33으로 비슷하게 나타났으며 조단백 1.34, 조회분 0.63 보다 낮게 나타났다. Kim SH (2012)의 오디 첨가량과 밀술의 종류를 달리한 오디 막걸리의 품질특성에서의 안토시아닌 함량 2060.23 mg/L와는 많은 차이를 보였다.

2) 오디즙의 유기산 분석

오디즙의 유기산 분석은 Lee WG·Lee JA (2012)의 선행논문을 참고로 하여 총 6종류의 유기산을 검출하였으며 분석결과는 <Table 4>와 같다. Lactic acid가 3731.04 ug/mL로 가장 함량이 많았고 acetic acid 3020.52 ug/mL, citric acid 2709.99 ug/mL, malic acid 2634.02 ug/mL, tartaric acid 298.08 ug/mL 순으로 나타났다. Succinic acid는 검출되지 않았다. Lee AC·Hong YN (2010)의 뽕나무(Morus bombycis Koids)의 오디와 잎의 조성 특성 연구에서 오디 100g당 주요 유기산 함량은 citric acid 10.87g, malic acid 2.29g, succinic acid 1.09g 등과 차이를 보였다.

3) 오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 유기산 분석

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 유기산 함량 분석 결과는 <Table 5>와 같이 총 5종의 유기산을 검출하였으며 malic acid 12935.85 ug/mL

〈Table 4〉 Organic acids of mulberry juice

(unit:ug/mL)

Organic acid	Content
Tartaric acid	298.08±5.18
Malic acid	2634.02±482.74
Acetic acid	3020.52±82.11
Citric acid	2709.99±15.60
Succinic acid	N.D ¹⁾
Lactic acid	3731.04±80.00

1) Not detected

acetic acid 7689.71 ug/mL, citric acid 6908.41 ug/mL, lactic acid 4464.04 ug/mL, tartaric acid 765.86 ug/mL 등의 순으로 함량이 높았다. Tartaric acid는 대조군이 770.45 ug/mL이었으며 오디즙을 첨가할수록 낮아지는 경향을 보였고 오디즙 40% 첨가군이 735.24 ug/mL로 가장 낮게 나타났으며 유기산 중 가장 낮은 함량을 보였다($p<0.001$). Malic acid는 대조군이 8125.42 ug/mL이며 오디즙이 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고 오디즙 40%첨가군이 12935.85 ug/mL로 가장 높게 나타났다($p<0.001$). Acetic acid는 대조군이 5263.09 ug/mL이었으며 오디즙을 첨가할수록 Acetic acid가 증가하는 경향을 보여 오디즙 40%첨가군이 7689.71 ug/mL로 가장 높게 나타났다($p<0.001$). Citric acid는 대조군이 6207.65 ug/mL이었으며

오디즙을 첨가할수록 증가하는 경향을 보였으며 오디즙 40%군이 6908.41 ug/mL로 가장 높게 나타났다($p<0.001$). Lactic acid는 대조군이 5716.37 ug/mL로 가장 높게 나타났으며 오디즙 30%군이 1854.20 ug/mL로 가장 낮게 나타났다($p<0.001$).

Park JY et al (2013)의 복분자즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 연구에서 복분자즙을 첨가할수록 malic acid, acetic acid, citric acid 등이 증가한다는 결과와 유사한 경향을 보였으며 또한, Lee WG·Lee JA (2012)의 블루베리즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 품질 특성 연구에서 블루베리즙을 첨가 할수록 acetic acid는 상반된 결과를 보였으나 tartaric acid는 감소하고 malic acid, citric acid는 증가한다는 결과와 유사한 경향을 보였다.

〈Table 5〉 Organic acids of yogurt dressing with mulberry juice

(unit:ug/mL)

Organic acid	Samples1)					F-value
	Control	MYD10	MYD20	MYD30	MYD40	
Tartaric acid	770.45± 3.42 ^a	765.86± 6.09 ^a	748.29± 4.68 ^b	741.73± 6.49 ^{bc}	735.24± 6.59 ^c	22.32 ^{***}
Malic acid	8125.42± 44.43 ^c	9079.57± 57.98 ^d	10026.56± 102.64 ^c	10716.78± 43.76 ^b	12935.85± 152.19 ^a	1221.55 ^{***}
Acetic acid	5263.09± 57.32 ^c	5898.52± 49.78 ^d	6496.87± 78.46 ^c	7021.72± 33.52 ^b	7689.71± 168.99 ^a	322.35 ^{***}
Citric acid	6207.65± 22.59 ^c	6434.94± 26.61 ^d	6631.41± 48.17 ^c	6840.48± 19.16 ^b	6908.41± 51.51 ^a	191.53 ^{***}
Lactic acid	5716.37± 10.15 ^a	3441.97± 36.15 ^c	4464.04± 30.10 ^b	1854.20± 31.79 ^e	3139.27± 24.64 ^d	8042.20 ^{***}

1) Abbreviations are referred to <Table 1>

2) Not detected

3) Different superscripts within a column(a-e) indicate significant differences at $p<0.05$.* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

2. 오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 점도, pH와 당도

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 점도, pH와 당도 측정 결과는 <Table 6>과 같다. 점도는 유동식품의 흐름에 대한 저항성을 나타내는 것으로 점도가 높을수록 흐름성이 적고 점도가 낮을수록 흐름성이 높다(Kim YJ 2010). 대조군의 점도는 5033.33 cP 이었으며 오디즙을 첨가할수록 낮아지는 경향을 보였고 오디즙 40%첨가군이 736.67 cP로 유의적으로 감소하였다(p<0.001). 복분자를 첨가한 데미글라스 소스의 품질특성(Lee JA et al 2011)의 연구에서는 복분자 첨가량이 증가할수록 점도가 높게 나타났다는 연구와 상반된 결과를 보였으나 복분자즙 첨가한 요구르트 드레싱의 품질특성(Park JY et al 2013)과 오디첨가 드레싱의 품질특성(Cho SK 2009)의 연구에서는 복분자와 오디첨가량이 증가할수록 낮아졌다는 연구결과와 일치하였다.

pH측정 결과 대조군과 오디즙 20%첨가군이 3.38로 가장 낮게 나타났으며 오디즙 30%첨가군이 3.48로 가장 높게 나타났다. 오디즙을 첨가할수록 증가하다가 낮아지는 경향을 반복적으로 보였으며 시료간의 차이는 매우 낮게 나타났다(p<0.01). Lee JA et al(2007)의 살구를 첨가한 브라운소스의 저장기간에 따른 품질특성, Yoo KM et al(2004)의 유자액 소스의 첨가량에 따라 변화가 거의 없다는 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

당도 측정결과는 대조군이 15.80 °Brix로 가장 낮게 나타났으며 오디즙 30%첨가군이 16.83

°Brix로 가장 높게 나타났다. 오디즙이 첨가할수록 당도가 증가하다가 떨어지는 경향을 보여 Lee JA (2012)의 오디즙을 첨가할수록 셀러드의 당도가 증가한다는 연구결과와 유사한 경향을 보였으나 블루베리즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 품질특성(Lee WG·Lee JA 2012)과 블루베리 쿠키(Ji JR ·Yoo SS 2010)의 블루베리 첨가량이 증가할수록 당도가 유의적으로 감소한다는 연구결과와는 상반되는 결과를 보였다. 오디 당도는 15 °Brix로 대조군 당도(15.80 °Brix)와 비슷한 수치를 보였기 때문에 오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱에 영향을 미친 것으로 사료된다.

3. 오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 색도

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 색도 측정결과는 <Table 7>과 같다. 명도 L값은 대조군이 46.43였으며 오디즙 첨가군은 44.16~36.67로 오디즙 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다(p<0.001). 적색도 a값은 대조군이 -0.46으로 녹색(-a값은 녹색)으로 나타났고, 오디즙 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 오디즙 40%첨가군이 10.61로 가장 높은 적색도 a값을 보였다(p<0.001). 황색도 b값은 대조군이 -0.85이고 오디즙 첨가량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며 오디즙 40%첨가군이 1.12로 가장 높은 황색도 b값을 보였다(p<0.001). 오디즙 첨가량이 증가할수록 명도 L값은 감소하였고 적색도 a값과 황색도 b값은 증가하는 경향을 보였

<Table 6> Viscosity, pH and sweetness of yogurt dressing with mulberry juice

	Samples1)					F-value
	Control	MYD10	MYD20	MYD30	MYD40	
Viscosity(cP)	5033.33± 280.24 ^a	3043.33± 222.34 ^b	1950.00± 212.84 ^c	1283.33± 151.44 ^d	736.67± 124.23 ^e	204.91 ^{***}
pH	3.38±0.01 ^b	3.44±0.00 ^a	3.38±0.03 ^b	3.48±0.02 ^a	3.45±0.04 ^a	8.29 ^{**}
Sweetness (°Brix)	15.80±0.10 ^c	16.30±0.10 ^b	16.53±0.25 ^b	16.83±0.06 ^a	16.53±0.15 ^b	20.23 ^{***}

1) Abbreviations are referred to <Table 1>

2) Different superscripts within a column(a-e) indicate significant differences at p<0.05.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

<Table 7> Color value of yogurt dressing with mulberry juice

Hunter Color Value	Samples1)					F-value
	Control	MYD10	MYD20	MYD30	MYD40	
L	46.43±0.30 ^a	44.16±1.37 ^b	41.74±0.94 ^c	38.47±0.80 ^d	36.67±0.31 ^c	66.76 ^{***}
a	-0.46±0.04 ^d	4.08±1.06 ^c	6.74±0.89 ^b	9.80±0.82 ^a	10.61±0.52 ^a	107.33 ^{***}
b	-0.85±0.07 ^c	-0.46±0.45 ^{bc}	0.10±0.35 ^b	1.05±0.25 ^a	1.12±0.82 ^a	10.97 ^{**}
ΔE	52.66	55.09	55.76	61.44	63.35	

1) Abbreviations are referred to <Table 1>

2) Different superscripts within a column(a-e) indicate significant differences at p<0.05.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

다. 이는 오디즙을 첨가한 녹말오디다식의 품질 특성에 관한 연구(Lee JH et al 2005)의 연구에서 오디즙 첨가량이 증가할수록 명도 L값과 적색도 a값은 유사한 경향을 보였으나 황색도 b값은 다른 결과를 보였다.

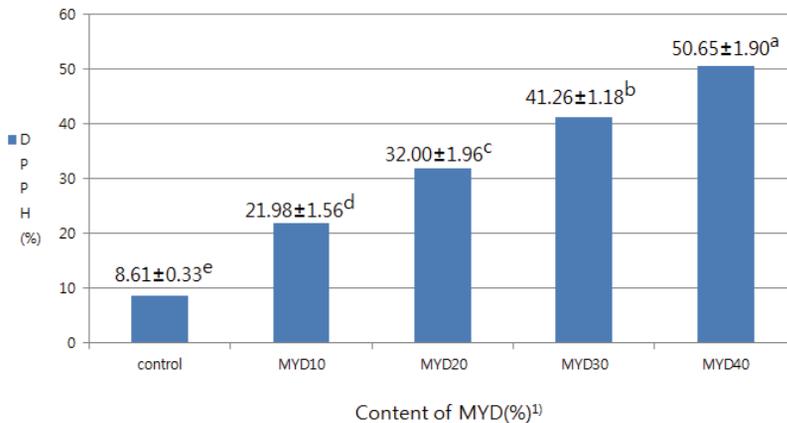
루베리즙 첨가군(63.16%~87.46%)보다 낮게 측정되었으나 복분자 및 오디의 첨가량에 따라 DPPH radical 소거능이 증가하는 경향은 본 연구와 유사한 결과를 보였다.

4. DPPH radical 소거활성

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 DPPH radical 소거활성 측정 결과는 <Fig. 1>과 같이 대조군이 8.61%였으며 오디즙 첨가군이 21.98%~50.65%로 나타났으며 오디즙 첨가량이 증가할수록 높은 값을 보였다(p<0.001). 이는 Park JY et al (2013)의 연구에서 복분자즙 첨가군(39.72%~88.17%)과 Lee WG·Lee JA (2012)의 연구에서 블

5. 관능검사

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 관능검사 결과는 <Table 8>과 같다. 드레싱 색의 기호도는 대조군이 1.33 이었으며 오디즙 20%첨가군이 5.56으로 가장 높아 시료간에 차이가 있었다(p<0.001). 짙은 정도는 대조군이 4.81로 가장 높았고 오디즙 40%첨가군이 2.56으로 가장 낮게 평가되었으며 오디즙의 첨가량이 많을수록 짙은 정도는 낮게 나타나 오디즙의 첨가량이 증가



1) Abbreviations are referred to <Table 1>

2) Bars with different superscripts(a-e) indicate significant differences at p<0.001.

<Fig. 1> DPPH radical scavenging activity of yogurt dressing with mulberry juice

할수록 점도가 낮아지는 점도 측정 결과와 유사한 경향을 보였다($p<0.001$). 향의 기호도는 대조군보다 오디즙 첨가군이 더 높은 값을 보였으며 특히 40%첨가군에서 유의적으로 높게 나타났다($p<0.001$). 맛의 기호도는 오디즙 20%첨가군이 5.59로 가장 높은 값을 보였고 30%첨가군, 40%첨가군 순으로 기호도가 높게 나타났다($p<0.001$). 입안에서의 느낌은 오디즙 40%첨가군이 3.37로 가장 낮게 나타났고 오디즙 20%첨가군이 5.63으로 가장 높게 나타났으며 첨가량의 증가할수록 20%첨가군까지 증가하다가 낮아지는 경향이 있어 너무 많이 첨가하면 입안에서의 느낌은 저하되는 경향을 보였다. 전체적인 기호도는 오디즙 20%첨가군이 5.85로 가장 높았고 10%첨가군, 30%첨가군 순으로 높게 나타났다($p<0.001$). 이러한 결과 대조군에 비해 오디즙 첨가군에서 높은 기호도를 보였으며 20% 이상 첨가는 오디의 검붉은 색으로 인해 요구르트 드레싱의 색, 맛, 입안에서의 느낌, 전체적인 기호도를 반감시키는 것으로 사료되었다.

IV. 요약 및 결론

오디를 이용한 기능성 요구르트 드레싱을 개발하기 위해 오디즙을 각각 10~40%를 첨가하여 요구르트 드레싱을 제조한 다음 이화학적 및 관능적 특성을 평가하여 새로운 드레싱 개발 가능성을 살펴보았다. 오디즙의 일반분석 결과 수분은

84.93%였고, 조단백 0.63%, 조지방 0.38%, 회분 0.41%, 당도 15.00 °Brix, 포도당은 100g에 2.02g, 안토시아닌은 1 kg에 690mg으로 나타났다. 오디즙의 유기산 분석 결과 Acetic acid가 3020.52 ug/mL로 가장 함량이 많았고 Citric acid 2709.99 ug/mL, Malic acid 2634.02 ug/mL, Tartaric acid 298.08 ug/mL 순으로 나타났다. Succinic acid는 검출되지 않았다.

오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 유기산 함량을 분석하기 위하여 5종의 유기산을 검출한 결과 malic acid 12935.85 ug/mL로 가장 높은 값을 보였으며 acetic acid, citric acid, tartaric acid 등의 순으로 함량이 높았다. Tartaric acid는 대조군이 770.45 ug/mL이었으며 오디즙을 첨가할수록 낮아지는 경향을 보였고 오디즙 40%첨가군이 735.24 ug/mL로 가장 낮게 나타났으며 유기산 중 가장 낮은 함량을 보였다($p<0.001$). Malic acid는 대조군이 8125.42 ug/mL 이며 오디즙이 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고 오디즙 40%첨가군이 12935.85 ug/mL로 가장 높게 나타났다($p<0.001$). Acetic acid는 대조군이 5263.09 ug/mL이었으며 오디즙을 첨가할수록 Acetic acid가 증가하는 경향을 보여 오디즙 40%첨가군이 7689.71 ug/mL로 가장 높게 나타났다($p<0.001$). Citric acid는 대조군이 6207.65 ug/mL이었으며 오디즙을 첨가할수록 증가하는 경향을 보였으며 오디즙 40%군이 6908.41 ug/mL로 가장 높게 나타났다($p<0.001$). Lactic acid는 대조군이 5716.37 ug/mL로 가장 높

<Table 8> Sensory evaluation of yogurt dressing with mulberry juice

Sensory attributes	Samples1)					F-value
	Control	MYD10	MYD20	MYD30	MYD40	
Color	1.33±0.55 ^c	2.89±0.70 ^d	5.56±1.05 ^a	4.70±0.89 ^b	3.63±1.04 ^c	96.40 ^{***}
Thickness	4.81±2.09 ^a	4.33±1.30 ^{ab}	3.78±0.75 ^{bc}	2.96±1.40 ^{cd}	2.56±2.31 ^d	8.48 ^{***}
Flavor	1.26±1.16 ^c	2.11±0.97 ^{bc}	2.74±1.16 ^b	4.19±1.86 ^a	4.89±2.38 ^a	23.42 ^{***}
Taste	1.26±0.53 ^d	2.70±0.82 ^c	5.59±1.62 ^a	5.15±0.82 ^a	4.52±1.22 ^b	77.46 ^{***}
Mouth feel	3.48±1.58 ^{cd}	4.33±1.49 ^b	5.63±0.84 ^a	4.14±1.29 ^{bc}	3.37±1.50 ^d	11.82 ^{***}
Overall acceptability	3.81±1.55 ^c	5.07±0.92 ^b	5.85±0.99 ^a	4.07±1.27 ^c	3.56±1.53 ^c	15.31 ^{***}

1) Abbreviations are referred to <Table 1>

2) Different superscripts within a column(a-e) indicate significant differences at $p<0.05$.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

게 나타났으며 오디즙 30%군이 1854.20 ug/mL로 가장 낮게 나타났다($p < 0.001$).

점도측정 결과, 대조군의 점도는 5033.33 cP 이었으며 오디즙을 첨가할수록 낮아지는 경향을 보였고 오디즙 40%첨가군이 736.67 cP로 유의적으로 감소하였다($p < 0.001$). pH측정 결과는 대조군과 오디즙 20%첨가군이 3.38로 가장 낮게 나타났으며 오디즙 30%첨가군이 3.48로 가장 높게 나타났다. 오디즙을 첨가할수록 증가하다가 낮아지는 경향을 반복적으로 보였으며 시료간의 차이는 매우 낮게 나타났다($p < 0.01$). 당도 측정결과는 대조군이 15.80 °Brix로 가장 낮게 나타났으며 오디즙 30%첨가군이 16.83 °Brix로 가장 높게 나타났고 오디즙이 첨가할수록 당도가 증가하다가 떨어지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 색도측정 결과, 명도 L값은 대조군이 46.43였으며 오디즙 첨가군은 44.16~36.67로 오디즙 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다($p < 0.001$). 적색도 a값은 대조군이 -0.46으로 녹색(-a값은 녹색)으로 나타났고, 오디즙 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 오디즙 40%첨가군이 10.61로 가장 높은 적색도 a값을 보였다($p < 0.001$). 황색도 b값은 대조군이 -0.85이고 오디즙 첨가량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며 오디즙 40%첨가군이 1.12로 가장 높은 황색도 b값을 보였다($p < 0.01$). 오디즙 첨가량이 증가할수록 명도 L값은 감소하였고 적색도 a값과 황색도 b값은 증가하는 경향을 보였다. DPPH radical 소거활성 측정 결과 대조군이 8.61%였으며 오디즙 40%첨가군이 50.65%로 가장 높게 나타났다($p < 0.001$).

관능검사 결과 색의 기호도는 대조군이 1.33 이었으며 오디즙 20%첨가군이 5.56으로 가장 높아 시료간에 차이가 있었다($p < 0.001$). 결착한 정도는 대조군이 4.81로 가장 높았고 오디즙 40%첨가군이 2.56으로 가장 낮게 평가되었다($p < 0.001$). 향의 기호도는 대조군보다 오디즙 첨가군이 더 높은 값을 보였으며 특히 40%첨가군에서 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.001$). 맛의 기호도는 오

디즙 20%첨가군이 5.59로 가장 높은 값을 보였고 30%첨가군, 40%첨가군 순으로 기호도가 높게 나타났다($p < 0.001$). 입안에서의 느낌은 오디즙 40%첨가군이 3.37로 가장 낮게 나타났고 오디즙 20%첨가군이 5.63으로 가장 높게 나타났다($p < 0.001$). 전체적인 기호도는 오디즙 20%첨가군이 5.85로 가장 높았고 10%첨가군, 30%첨가군 순으로 높게 나타났다($p < 0.001$).

이상의 연구결과 대조군보다 오디즙 첨가군이 이화학적 및 관능적 품질특성이 더 높게 나타났으며 특히, 관능평가 결과에서 대조군에 비해 오디즙 첨가군에서 높은 기호도를 보였으며 20% 이상 첨가는 오디의 검붉은 색으로 인해 요구르트 드레싱의 색, 맛, 입안에서의 느낌, 전체적인 기호도를 반감시키는 것으로 평가되었으며 요구르트 드레싱 제조 시 오디즙의 첨가량은 20%가 가장 적합하리라 판단된다. 이는 드레싱을 제조할 때 오디의 활용가능성을 제시하여 새로운 드레싱 제품 개발에 기초자료를 제공하여 소비자의 다양한 욕구를 충족시킬 것으로 기대된다. 본 연구에서 사용한 요구르트는 시판제품으로 제조회사에 따라 영양성분, 당도 및 맛의 차이가 있을 것이라 생각되어지며 향후 연구에서는 직접 제조한 건강기능성 요구르트를 활용한 다양한 드레싱의 연구와 개발이 필요하다고 생각한다.

한글 초록

본 연구는 오디를 이용한 건강 기능성 요구르트 드레싱을 개발하기 위해 오디즙을 각각 10~40%를 첨가하여 요구르트 드레싱을 제조한 다음 이화학적 및 관능적 특성을 평가하여 새로운 드레싱 개발 가능성을 살펴보았다. 오디즙을 첨가한 요구르트 드레싱의 유기산 함량 분석 결과 오디즙을 첨가할수록 malic acid, acetic acid, citric acid 등이 증가하고 tartaric acid,는 감소하였다. 점도는 대조군(5033.33 cP)이 오디즙 첨가군(3043.33~736.67 cP)보다 높게 나타났다. pH는

대조군(3.38)이 오디즙 첨가군(3.38~3.45)보다 낮게 나타났다. 당도는 대조군(15.80 °Brix)이 오디즙 첨가군 (16.30~16.83 °Brix)보다 낮게 나타났다. 색도는 첨가량이 증가할수록 명도 L값은 감소하였고 적색도 a값과 황색도 b값은 증가하는 경향을 보였다. DPPH radical 소거활성 측정 결과 대조군이 8.61%였으며 오디즙 첨가군이 21.98~50.65%로 높게 나타났다. 관능검사 결과 색, 맛, 입안에서의 느낌, 전체적인 기호도 등에서 오디즙 20%첨가군이 가장 높게 평가되었다. 이상의 결과로부터 오디즙 첨가 요구르트 드레싱 제조 시 오디즙 첨가량은 20%가 가장 적합하리라 사료되었다.

참고문헌

- 농림축산식품부, 오디(2014). "돈 되는 빵 산업, 본격 육성". Assessed May 7. 2014. Available from: http://www.mafra.go.kr/list.jsp?news-id=155442918§ion_id=b_sec_1&listcnt=5&pageNo=1&year=&group_id=3&menu_id=1125&link_menu_id=&division=B&board_kind=C&board_skin_id=C3&parent_code=3&link_url=&depth=1
- Ahn YT·Lim KS·Huh CS (2006). Current state of functional yogurt in Korea. *Korean journal of dairy science and technology* 24(1):29-42.
- AOAC (1996). Official method of analysis 2(16) Association of official chemists. Virginia, USA.
- Chang HG·Yoo BS (2008). Food Processing & Preservation. Life Science Publishing Co. 187-188, Seoul.
- Cho SK (2009). Quality Characteristics of Dressing added with mulberry · Kyonggi University, 37-38, Seoul.
- Choi SN·Chung NY (2009). The quality and sensory characteristics of cashew dressing. *Korean Journal of Food & Cookery Science* 25(1): 39-44.
- Gilliland SE (1989). Acidophilus milk products, review of protential benefits to consumers. *Journal of Dairy Science* 72(10):2483-94.
- Harte F·Luedecke L·Swanson B·Barbosa-Canovas GV (2003). Low-fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. *Journal of Dairy Science* 86(4):1074-1082.
- Hong JH·An SH·Kim MJ·Park GS·Choi SW·Rhee SJ (2003). Quality characteristics of mulberry fruit *Seolgidduk* added with citric acid. *Korean Society of Food & Cookery Science* 19(6): 777-782.
- Hong SG (2010). Study on Quality Properties of Mulberry Vinegar with Different Addition Ratios of Mulberry Fruit. Suncheon National University, Suncheon.
- Hwangbo MH·Kim HJ·Yu MH·Lee JW·Lee IS (2006). Optimization of dressing preparation from yogurt added saururus chinesis(Lour.) bail extract. *Korean Society of Food & Cookery Science* 22(1)22-29.
- Jeong CH·Shion JH·Kang MJ·Seoung TJ·Shim KH·Choi SG (2007). Effect of garlic addition on oxidative stability of oil dressing and mayonnaise. *Journal of Agriculture & Life Science* 41(3):55-62.
- Ji JR·Yoo SS (2010). Quality characteristics of cookies with varied concentrations of blueberry powder. *The East Asian Society of Dietary Life* 20(3):433-438.
- Jung GT·Ju IO·Choi DG (2005). Quality characteristics and Manufacture of Mulberry Wine. *The Korean Society of Food Preservation* 12(1): 90-94.
- Jung HA·Kim AN·Ahn EM·Kim YJ·Park SH·Lee JE·Lee SM (2011). Quality characteristics of

- curd yogurt with sweet pumpkin. *The Korean Society of Food Preservation* 18(5):714-720.
- Kim AJ·Kim MW·Woo NRY·Kim MH·Lim YH (2003). Quality characteristics of *Oddi-Pyun* prepared with various levels of mulberry fruit extract. *Korean Society of Food & Cookery Science* 19(6):708-714.
- Kim HB (2003). Bio active components and their functional properties of mulbeery fruits as food resources. Seoul University, 1-3, Seoul
- Kim HD·Lee YJ·Han JS (2002). A study of western food experience and the influence of sauce on food quality. *The East Asian Society of Dietary Life* 12(4):307-311
- Kim HR·Kwon YH·Kim HB·Ahn BH (2006). Characteristics of mulberry fruit and wine with varieties. *Journal of The Korean Society for Applied Biological Chemistry* 49(3):209-214.
- Kim HY·Jo HA (2010). Evaluation of microbial quality of the vegetable salad used dressing added with *Prunus mme* extracts. *The Korean Society of Food & nutrition* 23(2):240-246.
- Kim IS·Lee JY·Rhee SJ·Youn KS·Choi SW (2004). Preparation of minimally processed mulberry(*Morus spp.*)juices. *Korean Society of Food Science And Technoogyl* 36(2):321-328.
- Kim JM (2008). Characteristics of *Rubus coreanus* fruits and identification of its anthocyanin. Chonnam National University, 11-14, Chonnam.
- Kim KM·Lee HJ·Kim JS·Kim GC·Jang YE (2013). Quality characteristics of Mayonnaise Added with Yuza Juice. *Korean Society of Food & Cookery Science* 29(6):733-739.
- Kim MH·Lee YJ·Kim DS·Kim DH (2003). Quality characteristics of fruits dressing. *Korean Society of Food & Cookery Science* 19(2):165-173.
- Kim SH (2012) Quality Characteristics of Mulberry Makgeolli Fermented with Different Ratios of Mulberry and Types of Mit-sool. MS Thesis, Myongji University 35, Seoul.
- Kim YJ (2010). Quality Characteristics of Salad Dressing Added with Mulberry(*Morus alba* Linnaeus). Sejong University, 24-41, Seoul.
- Lee AC·Hong YN (2010). Compositional Properties of Mulberry (*Morus bombycis* Koids) Fruit and Mulberry Leaf, Human Ecology Research Institute, Chonnam National University 20: 107-113
- Lee KI (2004). The quality characteristics of sauce made with shrimp or crab. *Korean Society of Food & Cookery Science* 20(2):164-169.
- Lee JA (2012). Quality characteristics of salad dressing added with mulberry fruit juice from different breeds. *Korean Journal of Culinary Research* 18(2):216-227.
- Lee JA·Choi SH (2011). Quality Characteristics of Muffin Added with Mulberry Concentrate. *Korean Journal of Culinary Research* 17(4): 285-294.
- Lee JA·An SH·Park GS (2011). Quality Characteristics of Demi-glace Sauce with Added *Bokbunja* (*Rubus coreanum* Miquel). *Korean Society of Food & Cookery Science* *Korean J Food Cookery Sci* 27(5):531-543.
- Lee JA·Shin YJ·Park GS (2007). Quality Characteristics of Brown sauce with Added Apricot During storage. *Korean Society of Food & Cookery Science* 23(6):877-883.
- Lee JH·Woo KJ·Choi WS·Kim AJ·Kim MW (2005). Quality Characteristics of Starch *Oddi Dasik* Added with Mulberry Fruit Juice. *Korean Society of Food & Cookery Science* 21(5):629-636.
- Lee MA·Park ML·Byum GI (2013). Quality Characteristics of Madeleine Added with Mulberry Powder According to Drying Condi-

- tions. *Korean Journal of Culinary Research* 19(4):13-24.
- Lee WG·Lee JA (2012). Quality Characteristics of Yogurt Dressing Prepared with Blueberry Juice. *Korean Journal of Culinary Research* 18(4):255-265.
- Moon HK·Lee SW·Moon JN·Yoon SJ·Lee S·Kim GY (2012). Quality Characteristics of Jelly Added with Mulberry Juice. *Korean Society of Food & Cookery Science* 28(6):797-804.
- Park GS·Kim JY (2011). Quality Characteristics of Mayonnaise Dressing Added with Chitooligosaccharide. *Korean Society for Chitin and Chitosan* 16(3):183-190.
- Park JY·Lee SH·Park KB (2013). Quality Characteristics of Yogurt Dressing Added with *Bokbunja (Rubus coreanus Miquel)* Juice. *Korean Journal of Culinary Research* 19(5): 23-35.
- Park SY (2011). Quality Characteristics and Processing Optimization of Chocolate with Addition of Mulberry Fruit. Suncheon National University, Suncheon.
- Pyo SJ (2011). Optimization of Yanggaeng processing prepared with mulberry juice. Sookmyung Women's University. Seoul.
- Shim HJ·Shon CW·Kim MH·Kang EY·Kim MY·Lee KJ·Lee JH·Kim MR (2008). Antioxidant activity and quality characteristics of soypaste salad stored at two different temperature. *Korean Society of Food & Cookery Science* 24(1): 92-98.
- Shin JH·Kim GM·Kang MJ·Yang SM·Sung NJ (2010). Preparation and quality characteristics of yogurt with black garlic extracts. *Korean Society of Food & Cookery Science* 26(3): 307-313.
- Weiss TJ (1983). Mayonnaise and dressing in Food Oils and their uses. 2nd ED. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, 211, USA.
- Yoo KM·Seo WY·Seo HS·Kim WS·Park JB·Hwang IK (2004). Physicochemical characteristics and storage stabilities of sauce with added *yuza* (citrus junos) juice. *Korean Society of Food & Cookery Science* 20(4):403-408.
- Wang H·Cao G·Prior R.L. (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(2): 304-309.

2014년 05월 23일 접수

2014년 07월 15일 1차 논문수정

2014년 07월 25일 2차 논문수정

2014년 08월 05일 3차 논문수정

2014년 08월 10일 논문게재확정