한국식생활문화학회지 30(3): 370-376, 2015
J. Korean Soc. Food Cult. 30(3): 370-376, 2015
본 논문의 저작권은 한국식생활문화학회에 있음.
Copyright © The Korean Society of Food Culture
ISSN 1225-7060(Print)
ISSN 2288-7148(Online)
http://dx.doi.org/10.7318/KJFC/2015.30.3.370

*Aspergillus oryzae*로 발효한 자색당근을 첨가한 발효유의 품질 및 관능 특성에 관한 연구

신배근[1,†] · 강선아[1,†] · 한정인[1] · 박선민[1,2,*]
[1]호서대학교 식품영양학과, [2]호서대학교 기초과학연구소

Quality and Sensory Characteristics of Fermented Milk Adding Black Carrot Extracts Fermented with *Aspergillus oryzae*

Bae Keun Shin[1,†], Suna Kang[1,†], Jung In Han[1], Sunmin Park[1,2,*]
[1]*Department of Food and Nutrition, Hoseo University*
[2]*Institutes of Basic Science, Hoseo University*

Abstract

In this study, we compared the organoleptic and other qualities of fermented milk containing 10 or 15% purple carrot extract that had either been previously fermented with *Aspergillus oryzae* or not fermented. Fermentation characteristics, pH, chromaticity, viscosity, viable cell counts, and sensory evaluations were measured. The pH and acid values did not differ between purple carrot extract fermented with *Aspergillus oryzae* and non-fermented extract. Viable cell counts were significantly higher in 15% purple carrot extract fermented with *Aspergillus oryzae* compared to the control after fermentation. Regarding characteristic changes, purple carrot extract fermented with *Aspergillus oryzae* group showed a lower red value but higher yellow value compared with non-fermented purple carrot extract due to heat-sterilization. Both fermented and non-fermented extract groups showed significantly increased viscosity compared to control. In the sensory evaluation, 15% purple carrot extract fermented with *Aspergillus oryzae* showed the highest score. In conclusion, addition of 15% purple carrot extract fermented with *Aspergillus oryzae* resulted in a superior fermented milk product.

Key Words: fermented milk, *Aspergillus oryzae*, *Lactobacillus plantarum*, black carrot

I. 서 론

의료기술의 발달과 생활 수준의 향상으로 인해 평균 수명이 증가하였고, 그에 따라 소비자들은 다가올 노년기를 준비하기 위해 질병, 건강에 많은 관심을 기울이고 있다. 최근 장내 미생물이 비만 등 대사성 질환에 직접적인 영향을 미친다는 연구가 발표되면서 장 건강에 대한 관심이 높아지고 있다(Stamatova & Meurman 2009; Ko 2013). 장건강은 prebiotics와 probiotics 모두에 의해서 영향을 받는데 Stamatova 발효유는 probiotics를 공급하는 식품으로 최근에 10대 건강식품 중의 하나로 정해졌다. Probiotics가 건강에 좋다는 연구들이 밝혀지면서 국내 발효유의 1인 1년 소비량이 2008년도에 비해 2013년에는 22.8% 정도로 증가하였다(Statistics Korea 2008).

발효유는 우유를 유산균으로 발효시켜 제조된다. 이 때 대표적으로 사용하는 균주는 불가리아 지방과 코카서스 지방의 전통발효유에 존재하는 *Lactobacillus bulgaris*가 있고, 이외에 *Lactobacillus acidophilus* 균주가 있다. 이러한 probiotics에는 우리나라의 발효음식인 김치에서 발견이 되는 *Lactobacillus plantarum*와 *Lactobacillus brevis*도 포함된다(Lee et al. 2010). 김치에서 발견된 *Lactobacillus plantarum*과 *Lactobacillus brevis*는 콜레스테롤 감소효과와 항균 작용이 있으며, 내산성을 나타내는 것으로 밝혀져 있다(Bang et al. 2012; Park et al. 2013).

다양한 색을 가진 채소들은 건강을 증진시키는 생리활성 물질을 가지고 있다. 생리 활성 물질은 항산화 작용, 해독 작용, 면역기능 증강 작용, 호르몬 조절 작용 등을 통해 노화를 지연시키고, 성인병을 예방하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Giusti & Wrolstad 2001; Nicoue et al. 2007). 당근은 아프가니스탄 지역에서 유래된 근채류로 주황색과 보

†Equal contribution
*Corresponding author: Sunmin Park, Department. of Food and Nutrition, Hoseo University, 165 Sechul-ri Baebang-yup Asan-si, Chungnam-do, 336-795, Korea Tel: 82-41-540-5633 Fax: 82-41-548-0670 E-mail: smpark@hoseo.edu

라색 등의 색을 띄고 있다(Stintzing et al. 2002; Montilla et al. 2011; Lorraine 2013). 국내에서는 붉은색과 주황색에 가까운 당근이 주로 재배가 되었지만, 최근에는 자색당근의 생리활성효과가 알려지면서 자색당근에 대한 관심이 증폭되고 있다. 자색당근에 존재하는 생리활성 물질로써는 β-carotene과 anthocyanin이 있으며, 항산화, 노화방지, 면역력 향상 등의 작용을 하는 것으로 알려져 있다(Durham 1925; Chaovanalikt et al. 2003).

자색을 띠는 작물 또는 꽃이나 과일에 함유되어 있는 anthocyanin은 flavonoid 계통으로 폴리페놀의 구조를 가지고 있고 체내에서 생리활성 물질로 작용한다(Esselen et al. 2011). anthocyanin은 구조적으로 glycoside결합을 하고 있어 소화·흡수율이 낮고, 열과 빛에 산화되는 단점이 있으나, 과거연구를 통해 vitamin C를 첨가하거나 당 처리를 할 경우 anthocyanin의 파괴가 지연된다는 사실이 밝혀졌다(Shin et al. 2010; Licciardello & Muratore 2011; Lee & Park 2013). 더 나아가 안토시아닌 함유 식품을 발효함으로써 안토시아닌에 결합된 당을 가수분해하여 소화·흡수율을 높이고 파괴되는 것을 방지하여 안정화시키기 위한 연구들이 진행되고 있으며 본 연구에서도 자색당근을 *Aspergillus oryzae*로 발효하여 안토시아닌의 이용도와 안정성을 높이고자 하였다.

본 연구팀의 과거 연구에서 안토시아닌을 함유한 자색당근을 *Aspergillus oryzae*나 *Lactobacillus plantarum*으로 발효시켰을 때 *Aspergillus oryzae*로 발효시킨 자색당근이 총 안토시아닌의 함량을 증가시켰을 뿐 아니라, 안토시아닌 aglycone의 함량도 증가시켰다(Park et al. 2015). *Aspergillus oryzae*로 발효시킨 것이 *Lactobacillus plantarum*으로 발효시킨 자색당근이나 발효시키지 않은 자색당근에 비해 자색당근 특유의 맛을 감소시켜 사람들의 기호도를 향상시켰다. 가장 중요하게 *Aspergillus oryzae*로 발효시킨 자색당근이 체중 감량에 탁월한 효과를 나타내어서 이것을 첨가한 발효유를 개발하여 제품화하는 것에 관심을 가지게 되었다. 그러므로 본 연구에서는 발효시키지 않은 자색당근이나 *Aspergillus oryzae*로 발효시킨 자색당근 추출액을 첨가시킨 발효유를 제조할 때 자색당근 추출액의 종류와 첨가량이 발효유의 품질 특성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 이 연구를 통해 안토시아닌을 함유한 최적의 발효유의 제품화에 기여하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험 재료

자색당근(Wellrun B & F, Cheonan, Republic of Korea)에 정제수를 1:2로 넣어 70°C에서 3시간 열수 추출하였고, 60°C에서 증발시켜 10배 농축시킨 것을 사용하였다. 자색당근추출액은 곰팡이 균주인 *Aspergillus oryzae* SRCM 23 균주(발효미생물산업진흥원, Sunchnag, Republic of Korea)로 발효시켰다. *Aspergillus oryzae*는 YM agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에서 72시간 계대배양 한 뒤 100 mL YM broth (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 YM agar plate에서 계대 배양한 균주를 일정한 크기로 절단하여(0.5 cm ×0.5 cm, 1ea) 접종하였다. 접종한 YM broth를 진탕배양기(30°C, 160 rpm)에서 3일간 배양한 후 동일한 100 mL YM broth에 전 배양한 *Aspergillus oryzae*의 포자 한 개를 접종하여 진탕배양기(25°C, 160 rpm)에서 72시간 동안 배양하여 자색당근 발효액을 제조하였다. 자색당근의 발효는 자색 당근액을 기본배지로 하여, 배지를 121°C, 1.5기압에서 15분간 가압멸균하고, 상온까지 냉각시킨 후, *Aspergillus oryzae*를 접종한 speed를 1% (v/v)로 접종하고 진탕배양기(30°C, 160 rpm)에서 120시간 동안 통기 배양하여 자색당근을 발효하였고, 제조된 발효액은 원심분리(4°C, 12,000 rpm, 30 min)를 통하여 균체를 제거하고 멸균하여 사용하였다.

2. 총 안토시아닌 함량

자색 당근 및 발효 자색 당근 추출액의 총 안토시아닌 함량의 측정은 Giusti & Wrolstad(2001)의 방법을 이용하여 측정하였다. 즉, 0.2 M KCl 용액을 0.2 M HCl 용액으로 pH 1.0으로 맞춘 A용액과 0.2 M potassium phosphate를 0.1 M NaOH 용액을 첨가하여 pH 4.5로 맞춘 B용액을 제조하였다. 자색 당근과 발효 자색 당근 추출액에 A용액과 B용액을 1:20으로 혼합한 다음 비색정량기(Perkin Elmer, MA, USA)로 520 nm와 700 nm에서 OD를 측정한 후 안토시아닌 함량을 기존에 설명한 계산식에 의해서 계산하였다(Nho et al. 2013).

3. 혼합 균주 제조

혼합 균주에 사용된 유산균 균주는 김치에서 유래된 유산균인 *Lactobacillus plantarum* SDL 1413 균주와 *Lactobacillus brevis* SDL 1408 균주(발효미생물산업진흥원, Sunchang, Republic of Korea)를 사용하였고, 각각 MRS agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에서 72시간 동안 계대배양한 후 MRS broth에 분주하여 72시간(37°C, 160 rpm) 혼합배양한 후 10% skim milk에 1% (v/v)로 접종하여 48시간(37°C, 160 rpm) 배양하여 사용하였다.

4. 발효유 제조

대조군(Control)은 서울우유(서울우유협동조합, Seoul, Republic of Korea)에 정백당(CJ제일제당, Seoul, Republic of Korea) 2%(w/v) 및 아미드펙틴(CP KELCO APS, Lille Skensved, Denmark) 0.2% (w/v)를 첨가하여 제조하였으며, 100°C에서 30분간 중탕한 후 40°C로 식히고, 발효유 제조에 필요한 시중에서 판매하는 발효균(ABT-4, Probio-Tec® blended culture)과 본 연구에서 제조한 혼합균주를 각각 0.02% (w/v), 0.06% (v/v) 접종하여 37°C incubator에서 24시간 배양하였다. 자색당근 추출물(BC)과 자색당근 발효 추

<Table 1> Composition of different fermented milk

	Milk (mL)	Extract (mL)	Sugar (g)	Skim milk (g)	Amidated Pectin (g)
Control	400	0	7.5	0	0.8
BC-10	360	40	7.5	7.87	0.8
BC-15	340	60	7.5	11.81	0.8
BCAO-10	360	40	7.5	7.87	0.8
BCAO-15	340	60	7.5	11.81	0.8

BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*

출물(BCAO)은 각각 10%, 15% (w/v)를 우유대신 첨가하고, 탈지분유(매일유업, Seoul, Republic of Korea)를 이용하여 자색당근 추출물이나 자색당근 발효 추출물 첨가에 따른 우유 고형분 함량의 차이를 대조군과 비슷하게 맞출 수 있도록 하였다<Table 1>. 군의 이름은 첨가한 자색당근 추출물의 종류와 양에 따라 BC-10, BC-15, BCAO-10, BCAO-15로 정하였다.

5. pH 및 적정산도

pH는 pH meter (Orion 3-star Benchtop pH meter, Thermo Fisher Scientific Inc, USA)를 이용하여 측정하였고, 산도측정은 시료를 10 mL씩 취하고 증류수 10 mL를 가하여 1:1로 희석하고, 0.1 N-NaOH로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여 젖산의 산도 측정 계산식으로 계산하였다(Lee et al. 1998).

$$TA(\%)=V\times F\times A\times D\times \frac{1}{S}\times 100$$

V: 0.1 N-NaOH 용액의 적정치 소비량 (mL)
F: 0.1 N-NaOH 용액의 역가=1.01
A: 0.1 N-NaOH 용액 1 mL에 상당하는 유기산의 양=0.0090
D: 희석배수
S: 시료의 채취량(mL)

6. 생균수 측정

균 접종 직후(0 hr)와 발효 완료(24 hr) 후 10배 희석법으로 희석하고, 표준평판배양법으로 MRS agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)를 이용하여 37°C에서 72시간 배양 후 colony 수를 측정하여 비교하였다.

7. 색도 측정

색도는 제조한 발효유를 4°C에서 48시간 보관 후 원심분리(4°C, 3000 rpm, 10 min)한 후 상등액을 색차계(JC-801S, Color Techno System Co., Ltd., Japan)로 측정하였으며 명도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness), 황색도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었고, 그 측정한 값을 비교하였다.

8. 점도 측정

24시간동안 발효한 발효유를 안정화시키기 위해 4°C에서 48시간 보관 후 실온에서 점도계(LVDV-II+ Pro, Brookfiled Engineering Lab. Inc, MA, USA)로 4번 spindle을 이용하여 10 rpm에서 30초 간격으로 3분간 측정하여 평균값을 측정하였다.

9. 관능검사

관능검사는 발효가 완료된 발효유를 4°C에 보관한 것을 사용하여, 식품영양학과에 재학 중인 대학생 9명이 평가하였다. 평가항목은 색, 향, 맛, 뒷맛, 입촉감, 기호도(전체적 기호도)를 평가하였고, 평가자가 각 항목에 대하여 '매우 좋다'가 5점, '보통이다'가 3점, '나쁘다'가 1점으로 평가를 하였다.

9. 통계처리

모든 실험 결과는 SAS (7.0, SAS, Cary, NC, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 자색당근추출액의 발효 유무와 각각의 추출액 사용량에 대한 통계적 유의성은 분산분석(ANOVA)으로 조사하였고, 군들 사이의 유의성 검정은 유의수준 $p<0.05$에서 Tukey test로 검증하였다.

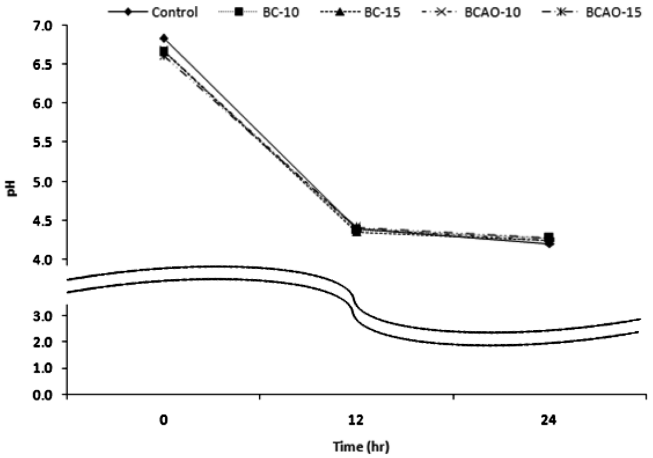
III. 결과 및 고찰

1. 자색 당근 추출액의 총 안토시아닌 함량

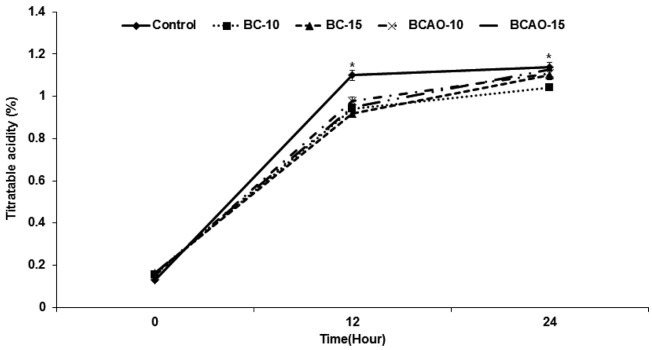
자색 당근 추출액과 자색 당근 발효 추출액의 총 안토시아닌 함량은 각각 45.7±3.7 mg/g과 58.3±5.2 mg/g으로 자색 당근 발효 추출액이 통계적으로 유의하게 안토시아닌을 많이 함유하였다($p<0.05$). 그러므로 자색 당근 추출액을 *Aspergillus oryzae*로 발효시켰을 때 총 안토시아닌 함량이 증가한다는 것을 알 수 있었다.

2. 발효유의 pH 및 산도 변화

pH값은 시간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였다<Figure 1(a)>. 초기 pH는 대조군에 비해 자색당근 추출액과 자색당근 발효 추출물을 넣은 것이 더 낮은 수치를 나타내었다(control: 6.83, experimental group: 6.65). 자색당근 첨



<Figure 1(a)> Changes of pH in the fermented milk products.
BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*



<Figure 1(b)> Changes of titratable acidity in the fermented milk products
BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
Mean±SE
*Significantly differences among the different fermented milk groups at p<0.05.

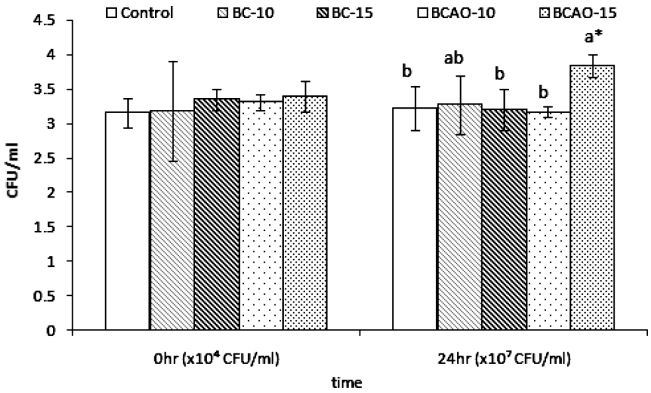
가 비율이나 발효여부는 pH에 영향을 미치지 않았다. 24시간 발효가 끝난 후의 pH는 4.21~4.28 사이 값으로 초기 pH 값보다 현저히 감소하는 경향을 나타내었다. 대조군과 자색당근군의 pH값은 전체적으로 비슷한 수준으로 떨어졌다. Lee et al.(2002)의 연구에서는 삼백초를 첨가한 발효유를 제조하여 발효유의 특징을 연구하였을 때, 초기 pH값에 비하여 유기산의 함량이 증가할수록 pH는 감소하는 경향을 나타내었으며 적정 pH값인 3.99~4.45가 보였다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다. 자색당근 내 존재하는 생리활성물질인 anthocyanin은 온도가 높아지거나 pH가 5.0 이상이 되면 안정성이 감소하므로(Cisse et al. 2012) 발효 후의 pH 값은 anthocyanin의 안정성을 유지하는데 적합한 것으로 사료된다.

산도의 변화는 <Figure 1(b)>에 나타내었다. 시간이 지남에 따라 산도가 증가하는 경향을 보였다. 발효 12시간이 지난 후 대조군과 자색당근군 사이에 유의적인 차이가 나타났으며 24시간 뒤에는 대조군과 BCAO-10 사이에 유의적인 차이가 나타났다(control: 2.28%, BCAO-10: 2.09%, $p<0.05$). 자색당근 추출물과 자색당근 발효 추출물이 산도가 증가하는 속도를 낮추는 데 영향을 주었으나 발효가 완료되었을 때는 BCAO-10을 제외하고 대조군과 유사한 산도를 나타내었다. 적정 산도 값은 유산균 내 생성된 젖산을 바탕으로 계산한 것이므로 대조군에 비하여 자색 당근군에서 자색당근이 젖산 생성 속도를 저해시키는 역할을 한 것으로 사료된다.

흑마늘 농축액을 첨가한 발효유를 연구한 Shin et al. (2010)의 연구에서는 pH값이 12 hr 후에 4.22~4.47을 보임에 따라 산도 값이 증가(0 hr에 acidity: 0.13~0.18%, 12 hr에 acidity: 0.43~0.64%)하는 경향을 보였고, 메밀을 첨가한 연구를 수행한 Lee et al.(2013)의 연구에서도 pH값이 낮아질수록(0 hr에 pH: 6.77~6.8, 24 hr에 pH: 3.99~4.24) 적정 산도 값은 증가하는(0 hr에 acidity: 0.08~0.09%, 24 hr에 acidity: 1.15~1.23%) 경향을 보였다고 보고하였다. 자색당근군은 대조군과 비교했을 때 발효 완료 후의 pH 값에서 4.21~4.28값이 나타난 것으로 보아 타 연구에서 보여준 pH값과 유사한 값을 나타내었고 적정 산도 값 또한 유사한 값을 나타내었으므로 자색당근은 발효유 제조에 적합한 것으로 사료된다.

3. 발효유의 생균수 측정

발효유의 생균수 측정은 <Figure 2>에 나타내었다. 접종직후(0 hr) 자색당근 추출물과 자색당근 발효 추출물의 생균수는 $3.16\sim3.4\times10^4$ CFU/ml로 대조군과 다른 군들 사이에 유의적 차이가 보이지 않았다. 발효 완료(24h r) 시 생균수는 BCAO-15에서 3.84×10^7 CFU/ml로 BC-10을 제외한 모든 군보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p<0.05$). 발효유에 당근 주스를 첨가하여 품질 특성을 측정한 연구에서는(Lee et al. 1998) 당근즙의 첨가량이 증가할수록 생균수는 증가하였고, 당근에 함유된 각종 당류 비타민 및 무기질의 성분이 균의 증식에 영향을 주었다고 보고하였다. 뽕잎 추출액을 첨가한 발효유 연구에서는(Ahn et al. 2009) 추출액을 첨가한 발효유의 생균수를 측정하였을 때, 뽕잎 추출물 2%를 첨가한 발효유의 생균수에서 가장 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다. 본 실험의 결과 자색당근 추출물의 경우 첨가량에 따른 변화는 없었고, 자색당근 발효 추출물 중 15% 첨가한 발효유에서만 균수의 증가를 보였다. Shin et al. (2010)의 연구에서는 흑마늘 농축액이 0.5, 1%첨가된 발효유에서는 대조군보다 낮은 생균수를 보였으나 1.5%가 첨가된 것에서는 대조군보다 높은 생균수를 보였다(control: $5.50\pm0.25\times10^8$, 1.5%: $5.96\pm0.12\times10^8$). 당근을 첨가한 발효유를 제조한 Salwa et al.(2004)는 대조군에 비하여 15, 20%를 첨가한 당근 발효유에서 *Lactobacilus bulgaricus*의 colony



<Figure 2> Viable cell counts of fermented milk products.
BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
Mean±SE
*Significantly differences among the different fermented milk groups at p<0.05.
[a,b]Different alphabets represent a significant difference among the groups at p<0.05 by Tukey test

수가 높게 나타났다고 보고하였다(control: 7.50×10^5, 10%: 9.15×10^5, 20%: 9.9×10^5 CFU/g). 자색당근을 첨가하여 발효유를 제조할 때, 자색당근 추출물에서는 차이가 없었으나 자색당근 발효 추출물에서는 자색당근의 첨가 비율이 높을수록 생균수를 증가시켰으므로 자색당근 발효 추출물이 발효유의 생균수를 증진시킨 것으로 보인다.

4. 색도 측정

색도 측정에서 대조군은 제외하고 자색당근군 만을 측정하였다. 색도 측정 결과는 <Table 2>에 나타내었다. 명도 값 측정 결과 자색당근 추출물과 자색당근 발효 추출물이 10% 첨가 된 군에서는 63.4~64.8 값을 나타내었고, 15% 첨가한 군에서는 60.3~61.4 값을 나타내었다. 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 낮은 명도 값을 나타내었다. 적색도 값 측정 결과 명도에서와 반대의 값을 보였다. 각 추출물 10% 첨가한 군에서 7.6~7.41, 15% 첨가한 군에서 8.94~8.36값을 나타내었고 추출물이 증가함에 따라 높은 적색도를 나타내었다. 황색도 측정 결과 자색당근 추출물 군과 자색당근 발효 추출물 군 사이에 유의적인 차이를 나타내었다. 발효 추출물의 황색도 값이 일반 추출물보다 높은 값을 나타내었다(BC: 8.56~8.84, BCAO: 9.99~10.21).

자색당근 발효 시 30°C에서 황국균으로 5일간 발효하였으므로 anthocyanin이 파괴되면서 자색당근이 갈변되어 자색당근 발효 추출물의 황색도가 높게 측정된 것으로 사료된다. 황색도가 높은 경우 안토시아닌이 갈변된 것이므로 자색당근 발효 추출물의 anthocyanin이 자색당근 추출물의 것에 비하여 더 파괴되어 있을 것으로 사료된다(Kirca et al. 2007, Khandare et al. 2011).

<Table 2> Color changes of fermented milk added different percentage of black carrot extract

	L	a	b
BC-10	63.40±0.23[a]	7.60±0.06[b]	8.56±0.08[b]
BC-15	60.34±0.29[b]	8.94±0.21[a]	8.84±0.09[b]
BCAO-10	64.82±0.09[a]	7.41±0.03[b]	9.99±0.12[a]
BCAO-15	61.41±0.05[ab]	8.36±0.06[a]	10.21±0.14[a]

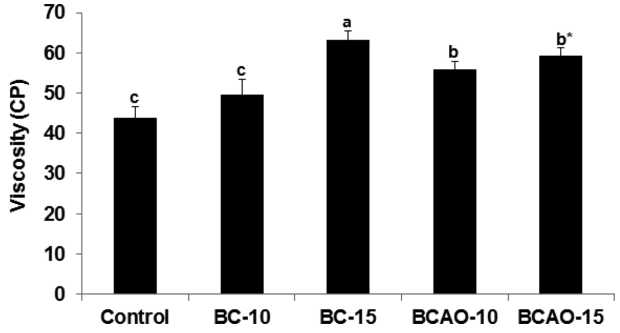
BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
Mean±SE
[a,b]Different alphabets represent a significant difference among the groups at p<0.05 by Tukey test

5. 점도 측정

발효가 완료 된 후 안정화 시간을 가진 뒤에 점도를 측정하였다<Figure 3>. 측정 결과 모든 자색당근 군에서 대조군에 비해 점도가 유의적으로 증가하였다. 군별 첨가량에 따른 점도의 변화에 있어서 10% 첨가군과 15% 첨가군 사이에 BC군의 결과에서는 유의적인 차이가 있었으나, BCAO군의 결과에서는 첨가량에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았으나 15%가 10%에 비해 높은 경향을 나타내었다. Lee et al. (2013)의 연구에서는 본 실험과 유사하게 메밀을 첨가한 발효유에서 메밀의 첨가 비율이 높아질수록 높은 점도를 보였고, Cho et al.(2003) 연구에서는 구기자를 첨가하여 발효유를 제조했을 때, 생구기자나 파우더 형태의 구기자로 제조한 발효유보다 추출물 형태로 제조한 구기자의 점도가 더 높게 나타나는 경향을 보였고 구기자의 첨가량이 증가할수록 높은 점도 값을 보였다(겉보기 점도- control: 975 cp, 1% fresh *Lycii fructus*: 958 cp, 1% powder *Lycii fructus*: 760 cp, 1% *Lycii fructus* extract: 1,280 cp). 점도에 영향을 주는 요인으로 pH, 고형분 등이 존재하며, 발효유 내 존재하는 자색당근 고형분이 점도에 영향을 준 것으로 보인다(Seo et al. 2013).

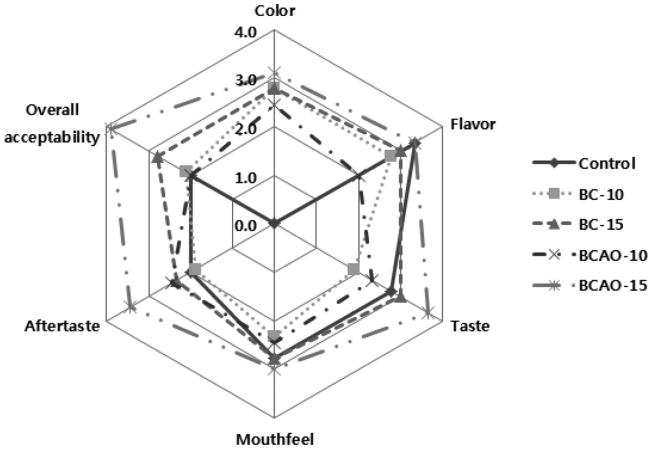
6. 관능 검사

관능검사는 발효가 완료된 발효유를 냉장보관 하고, 색, 향, 맛, 뒷맛, 입촉감 등의 기호도에 대하여 각 항목별 최저 1점, 최고 5점으로 평가하였고 색 평가에 있어서는 대조군을 제외하고 평가를 진행하였다<Figure 4>. 색, 맛, 뒷맛, 입촉감 및 전체 기호도 평가에서 자색당근 발효 추출물 15% 군이 각 항목들의 값이 평균적으로 가장 기호도가 좋다고 평가를 받았고 다음으로 자색당근 추출물 15% 군이 높은 평가를 받았다. 자색당근 발효 추출물 군이 자색당근 추출물 군보다 높은 점수를 받았으나 15%에서만 큰 차이를 보였고 10%에서는 차이가 없었으며, 자색당근 추출물의 첨가량이 많을수록 기호도가 높았다(overall acceptability- control: 2.1, BC 10%: 2.3, BC 15%: 2.3, BCAO 10%: 2.3, BCAO 15%:



<Figure 3> Viscosity of fermented milk products

BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
Mean±SE
*Significantly differences among the different fermented milk groups at $p<0.05$.
[a,b,c]Different alphabets represent a significant difference among the groups at $p<0.05$ by Tukey test.



<Figure 4> Sensory evaluation scores of fermented milk

BC-10: 10% Black carrot
BC-15: 15% Black carrot
BCAO-10: 10% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*
BCAO-15: 15% Black carrot fermented with *Aspergillus oryzae*

3.4). 이처럼 자색당근 추출물보다 자색당근 발효 추출물이 기호도가 더 높은 것은 자색당근 발효 추출물에서 당근 특유의 맛과 흙 맛이 감소하고 부드러운 맛이 생겨서 좋은 평가를 받은 것으로 보인다. Nho et al.(2013)은 anthocyanin 보호제를 첨가한 자색당근 젤리를 제조하여 관능검사를 진행하였다. Nho et al.(2013)의 연구에서 외관, 향미, 맛 질감에서 가장 높은 기호도를 가진 NaCl+0.15% 아스코르브산 첨가 결과를 참고하여 자색당근을 황국균으로 발효 추출 할 때 파괴되는 anthocyanin을 보호하고 15%의 자색당근 발효 추출물을 첨가하여 자색당근 발효유를 제조할 경우 기호도 높고 anthocyanin 함량이 높은 제품을 개발할 수 있을 것으로 예상된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 안토시아닌 함량이 높은 자색 당근을 추출하여 발효시키지 않은 자색당근추출액 10%, 15% 첨가한 발효유와 *Aspergillus oryzae*로 발효시킨 자색당근추출액 10%, 15% 첨가한 발효유를 제조하고 이들의 품질 특성을 연구하였다. 품질 특성은 발효시작과 완료 후의 pH와 적정산도를 측정하였고 이 외에 색도, 점도, 생균수, 관능 평가를 실시하였다. 생균수 측정 결과 15% 자색당근 발효 추출물과 대조군을 비교하였을 때 발효 완료 후의 값에서 유의적인 차이를 나타내었다. pH와 산도 실험에서 자색당근 추출물과 자색당근 발효 추출물 간의 차이가 나타나지 않았다. 자색당근 추출물과 자색당근 발효 추출물 첨가량에 따라 색도는 차이를 보였으며, 자색당근 발효 추출물 첨가군은 발효 후 유산균 발효에 영향을 주지 않기 위한 멸균과정 중 열에 의한 파괴로, 적색도 값이 자색당근 추출물 첨가군 보다 낮았고, 황색도 값은 자색당근 추출물 첨가군보다 높았다. 점도는 대조군에 비해 자색당근 추출물과 자색당근 발효 추출물 첨가 군이 유의적으로 증가하는 것을 보였고, 자색당근 추출물 첨가량이 증가하면 점도가 증가하는 경향을 보였다. 관능검사 결과 발효된 자색당근 추출물을 15% 첨가한 군이 좋은 평가를 받았다. 자색당근 추출액과 자색당근 발효 추출액을 첨가한 모든 군에서 발효유의 품질을 평가하는 pH, 적정산도, 생균수 측정에 있어서 대조군과 유사한 값을 나타내었고, 자색당근 추출액 첨가 발효유가 대조군과 비교하였을 때 정상적으로 만들어진 것으로 평가되므로 자색당근 추출액을 첨가하여 발효유를 제조하는 것이 가능하였다. 발효유의 생균수 결과와 관능 평가를 바탕으로 자색당근 발효유를 사업화 시킬 경우 자색당근 발효 추출액을 15% 첨가한 발효유가 가장 좋을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2015년도 산업통상자원부의 '창의산업융합 특성화 인재양성사업'의 지원을 받아 연구되었습니다.

References

Bang JH, Shin HJ, Choi HJ, Kim DW, Ahn CS, Jeong YK et al. 2012. Probiotic potential of *Lactobacillus* isolates. J. Life Sci., 22(4):251-258

Chaovanalikt A, Dougherty MP, Camire ME, Briggs J. 2003. Ascorbic acid fortification reduces anthocyanins in extruded blueberry-corn cereals. J. Food Sci., 68(6): 2136-2140

Cisse M, Vaillant F, Kane A, Ndiaye O, Dornier M. 2012. Impact of the extraction procedure on the kinetics of anthocyanin

and colour degradation of roselle extracts during storage. J. Sci. Food Agric., 92(6):1214-1221

Cho IS, Bae HC, Nam MS. 2003. Fermentation properties of yogurt added by *Lycii fructus*, *Lycii folium* and *Lycii cortex*. Korean J. Food Sci. Ani. Rsour., 23(3):250-261

Durham RK. 1925. Effect of hydrogen peroxide on relative viscosity measurements of wheat and flour suspensions. Cereal Chem., 2(2):297-305

Esselen M, Boettler U, Teller N, Bächler S, Hutter M, Rüfer CE. 2011. Anthocyanin-rich black berry extract suppresses the DNA-damaging properties of topoisomerase I and II poisons in colon carcinoma cells. J. Agric. Food Chem., 59(13):6966-6973

Esselen M, Fritz J, Hutter M, Teller N, Baechler S, Boettler U et al. 2011. Anthocyanin rich extracts suppress the DNA-damaging effects of topoisonerase Poisons in human colon cancer cells. Mol. Nutr. Food Res., 55(1):143-153

Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Unit F1.2: Anthocyanins. characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. In: Wrolstad RE, editor. Current protocols in food analytical chemistry. New York, USA, pp 1-13

Khandare V, Walia S, Singh M, Kaur C. 2011. Black carrot (*Daucus carota* ssp. sativus) juice: Processing effects on antioxidant composition and color. Food Bioprod. Process., 89(4):482-486

Kirca A, Özkan M, Cemero lu B. 2007. Effects of temperature, solid content and pH on the stability of black carrot anthocyanins. Food Bioprod. Process., 101(1):212-218

Ko JS. 2013. The intestinal microbiota and human disease. Korean J. Gastroenterol., 62(2):85-91

Ko SJ, Jeong SS, Choi CG, Kim KG. 2013. pH and buffering capacity in some commercial fermented milks. J. Korean Soc. Dental Hygiene., 13(4):701-711

Lee BS, Park SK. 2013. Volatile aromatic compounds and fermentation properties of fermented milk with buckwheat. Korean J. Food Sci. Tech., 45(3):267-273

Lee EH, Chung MH, Kang GG. 1998. Effect of carrot juice on the quality of plain yogurt. J. Agric. Tech. Res. Inst., 11(1):141-146

Lee IS, Lee SG, Kim HS. 2002. Preparation and quality characteristics of yogurt added with *Saururus chinensis* (Lour.) Bail. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31(3):411-426

Lee SG, Han KS, Jeong SG, Oh MH, Jang A, Kim DH et al. 2010. A study on the sensory characteristic of yogurt and antimicrobial activity of *Lactobacillus plantarum* LHC52 isolated from Kimchi. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 30(2):328-335

Lee ST, Kim MB, Kim DK, Ryu JS, Lee HG, Heo JS. 1998. Production of Curd yogurt from *platycodon grandiflorum* (Jacq.). Korean J. Medicinal Crop Sci., 6(4):265-270

Licciardello F, Muratore G. 2011. Effect of temperature and some added compounds on the stability of blood orange marmalade. J. Food Sci., 76(7):1094-1100

Lorraine H. 2013. A potted history of vegetables, Dasan Books, Korea., pp 46-51

Montilla EC, Arzaba MR, Hillebrand S, Winterhalter P. 2011. Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens Alef.*) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. J. Agric. Food Chem., 59(7):3385-3390

Nho HJ, Jang SY, Park JJ, Yun HS, Park SM. 2013. Browning prevention of black carrot extract and the quality characteristics of jelly supplemented with black carrot extract. J. Korean Soc. Food Cult., 28(3):293-302

Nicoue EE, Savard S, Belkacemi K. 2007. Anthocyanins in wild blueberries of Quebec: extraction and identification. J. Agric. Food Chem., 55(14):5626-2635

Park JH, Moon HJ, Oh JH, Lee JH, Choi KM, Cha JD et al. 2013. Antibacterial activity of lactic acid bacteria isolated from traditional fermented foods and development of a starter for fermented milk. Korean J. Food Preserv., 20(5):712-719

Salwa AA, Galal EA, Neimat AE. 2004. Carrot yoghurt: Sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. Pakistan J. Nutri., 3(6):322-330

Seo MJ, Kang BW, Park JU, Kim MJ, Lee HH, Ryu EJ et al. 2013. Effect of black garlic extract on cytokine generation of mouse spleen cells. J. Life Sci., 23(1):63-68

Shin JH, Kim GM, Kang MJ, Yang SM, Sung NJ. 2010. Preparation and quality characteristics of yogurt with black garlic extracts. Korean J. Food Cook. Sci., 26(3):307-313

Stamatova I, Meurman JH. 2009. Probiotics: health benefits in the mouth. Am J. Dent., 22(6):329-338

Statistics Korea. 2008. Production and consumption trend of milk and dairy products in 2013. Production and consumption actual results of milk and dairy products. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Korea

Stintzing FC, Stintzing AS, Carle R, Frei B, Wrolstad RE. 2002. Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. J. Agric. Food Chem., 50(21):6172-6181

Received March 24, 2015; revised May 18, 2015; revised June 12, 2015; accepted June 16, 2015