

블루베리 유산균 발효물을 첨가한 양갱의 제조 및 품질특성

양수진 · 홍주현[†]

대구가톨릭대학교 식품공학전공

Quality Characteristics of *Yanggaeng* Prepared with Fermented Blueberry by Lactic Acid Bacteria

Su-Jin Yang · Joo-Heon Hong[†]

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea

Abstract

Blueberry juice extraction (JE), hot water extract (HE), and 50% ethanol extract (EE) were fermented with *Lactobacillus plantarum* CGKW3. We investigated the quality characteristics and antioxidative activities of *yanggaeng* prepared with different amounts of fermented blueberry extract (JE, HE, EE). The viable cells in fermented HE was higher (7.49 log CFU/mL) than JE (7.28 log CFU/mL) and EE (6.99 log CFU/mL), during the fermentation period. The viable cells and acidity in *yanggaeng* increased significantly with increasing levels of fermented blueberry extract ($p < 0.05$). In terms of color, the lightness and yellowness decreased significantly, but redness increased with increasing levels of fermented blueberry extract. In the texture profile analysis, control showed the highest result in hardness. Cohesiveness did not show significant differences, according to amount of fermented blueberry extract. The springiness decreased with the increasing levels of fermented blueberry extract. Antioxidant activity, which was measured by DPPH and reducing power, was significantly higher than those of control; and it increased proportionally according to the amount of fermented blueberry extract. Anthocyanin contents were increased proportionally with the increasing levels of fermented blueberry extract. Sensory evaluation showed that the color, taste, flavor, texture, and overall acceptability of *yanggaeng* containing the JE, HE, and EE were higher than those of the control.

Key words: blueberry extract, lactic acid bacteria, fermentation, *yanggaeng*, quality characteristic

I. 서론

양갱은 고에너지 식품으로 색과 향이 다채로워 예부터 후식으로 널리 이용되었으며(Pyo SJ & Joo N 2011), 한천, 양근, 설탕 및 올리고당을 이용하여 제조하는 것으로 가정에서도 쉽게 만들 수 있어 그 수요가 꾸준히 이어지고 있다(Han JM & Chung HJ 2013). 주원료인 한천은 대부분 식이섬유질로 구성되어 있으며 높은 수분흡수량으로 인해 쉽게 포만감을 주고 배변의 장내 통과속도를 증가시켜 변비에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Jeon SW 등 2005). 부드러운 감촉과 씹기 쉽고 삼키기 쉬운 텍스처로 기호도가 높은 식품에 해당하며(Kim AJ 등 2013), 특히 노인들의 대표적인 간식으로 손꼽히고 있다

(Han EJ & Kim JM 2011). 최근 기능성 건강식품에 대한 소비자들의 관심이 높아짐에 따라 양갱 제조 시 전통적인 양갱 재료에 자색고구마(Lee SM & Choi YJ 2009), 오디(Kim AJ 2012), 배(Park YO 등 2011), 숙지황(Oh HL 등 2012), 토마토(Kim KH 등 2014) 및 흑임자(Seo HM & Lee JH 2013) 등 다양한 생리활성을 지닌 기능성 부재료를 첨가하여 제조하고 있으며, 이들의 품질특성 및 기능성 탐색에 관한 연구가 보고되고 있다.

블루베리는 진달래과(Ericaceae) 산앵도나무속(*Vaccinium*) 식물로 북아메리카 원산의 활엽 또는 상록성 과수로서 열매는 1개가 1~1.5 g이며, 달고 신맛이 약간 있기 때문에 날것으로 먹기도 하고 잼, 주스 및 통조림 등으로 제조되고 있다(Jeon MH & Lee WJ 2011). 이러한 블루베리는 20세기 까지만 해도 큰 관심을 받지 못했으나 2002년 미국 타임지가 선정한 세계 10대 super food 중 하나에 포함되고 건강식품으로서의 가치를 인정받으면서 그 수요가 급증하게 되었다(Hong SK 등 2011). 블루베리 성숙 과실에는 기본 영양성분들과 기능성 물질인 안토시아닌

[†]Corresponding author: Joo-Heon Hong, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Hayang-ro 13-13, Hayang-eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk 712-702, Korea
Tel: +82-53-850-3218
Fax: +82-53-850-3218
E-mail: jhhong@cu.ac.kr

및 카로티노이드 색소가 다량 함유되어 있어 항산화(Su MS & Chien PJ 2007), 항암(Parry J 등 2006) 작용 등이 탁월한 것으로 보고되고 있다. 최근 우리나라에서도 블루베리에 대한 관심이 높아져 가공식품으로의 개발이 많이 진행되고 있으며, 드레싱(Lee WG & Lee JA 2012), 머핀(Cho WJ 등 2010), 잼(Hwang SH & Ko SH 2010), 쿠키(Ji JR & Yoo SS 2010) 등의 제조에 블루베리를 첨가한 연구가 보고되고 있다. 한편 발효기술은 역사상 가장 오래된 기술로써 식품, 약품, 화장품 등 다양한 분야에서 활용되고 있는데 그 중 인류 역사와 함께 해온 식품 발효는 현재까지 전 세계적으로 가장 널리 이용되고 있는 기술이다(Park KY 2012). 최근에는 프로바이오틱스로서 유산균의 건강기능성이 밝혀지면서 이에 대한 관심이 높아지고 있다. 유산균은 발효식품에 특유의 풍미와 우수한 보존성을 부여할 뿐만 아니라 정장작용, 병원성세균의 생육억제작용 및 항암작용 등 다양한 질병을 예방할 수 있다고 알려져 있다(Yang HS 등 2014). 이와 같이 유산균과 블루베리에 대한 다양한 기능적 효과에 대한 연구는 활발히 보고되어 있으나, 유산균을 이용한 블루베리 발효물을 이용한 제품개발에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 블루베리 착즙액 및 추출물에 유산균을 이용하여 발효하였고 발효물을 첨가하여 제조된 양갱의 품질특성 및 항산화 활성을 조사하여 기능성 식품으로의 활용가능성을 확인하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 백앙금(Daedoo Food Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 소금(Taepyung-salt Co., Shinan, Korea)과 분말한천(Fine Agar Co., Seongnam, Korea)은 2014년도에 생산된 시판제품을 구입하여 사용하였고, 블루베리는 경상북도 문경시에서 2013년에 수확하여 냉동시킨 것을 대구소재 마트에서 구입하여 -20°C에서 보관하면서 사용하였다. 발효에 이용한 균주는 *Lactobacillus plantarum* CGKW3이며, 대구가톨릭대학교 기능성식품학연구실에서 보유하고 있는 균주를 이용하였다.

2. 블루베리 발효물 및 양갱의 제조

1) 블루베리 착즙액 및 추출물 제조

블루베리는 빛을 차단하여 해동 후 blender(FM-990W, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)를 사용하여 분쇄하였고 분쇄물을 부직포를 이용하여 착즙액(juice extraction, JE)을 얻었다. 열수(hot water extract, HE) 및 50% 에탄올(50% ethanol extract, EE) 추출물은 분쇄한 블루베리에

증류수 및 50% 에탄올을 각각 5배 가한다음 70°C에서 3시간 동안 환류추출 후 여과(Whatman No. 2, GE Healthcare, Buckinghamshire, UK)하였으며 40°C에서 감압농축 하였다. 모든 시료는 8 Brix로 조정하여 유산균 발효용 시료로 사용하였다.

2) 블루베리 유산균 발효물의 제조

유산발효를 위한 starter를 접종하기 전에 블루베리 착즙액(JE) 및 추출물(HE, EE)에 skim milk(Duksan Co., Seoul, Korea)와 glucose(Duksan Co., Seoul, Korea)를 각각 2.5%씩 첨가하였고, 오염균을 제거하기 위해 JE, HE 및 EE는 121°C에서 15분간 멸균하여 사용하였다. 유산발효 starter로 사용된 유산균은 MRS(Difco, Detroit, MI, USA) 배지에서 2회 이상 계대배양한 후 JE, HE 및 EE에 2%가 되도록 접종하였다. 접종 후 37°C 항온기(LIS-2005RL, Daihan Labtech Co., LTD., Seoul, Korea)에 72시간까지 발효하였으며, 발효물의 배양 특성은 배양이 진행되는 동안 측정하였다.

3) 블루베리 양갱 제조

양갱제조는 여러 차례 예비실험을 거쳐 Table 1과 같은 배합비로 제조하였다. 대조군은 블루베리 착즙액 및 추출물을 첨가하지 않고 제조하였으며, 실험군은 발효된 블루베리 착즙액 및 추출물의 첨가량을 다르게 하여 양갱을 제조하였다. 물에 분말한천, 설탕, 소금이 잘 섞이도록 주걱으로 저어주면서 5분 동안 중불에서 가열한 후 불을 끄고 나서 백앙금을 넣었으며, 앙금이 멎치지 않고 잘 풀어지도록 교반한 다음 약한 불에서 다시 10분 동안 끓여주었다. 이후 50°C로 식힌 후 발효된 블루베리 착즙액 및 추출물을 첨가하여 교반하였고, 제조된 양갱은 직사각형틀(20×15×10 cm)에 넣어 실온에서 응고시킨 후 시료로 사용하였다.

3. 실험방법

1) 생균수 측정

배양시간대별로 회수한 발효물은 1분 동안 균질화시킨 후 일정량을 취하여 실험에 사용하였다. 생균수는 배양액 1 mL에 0.85% NaCl(Duksan Co., Seoul, Korea) 용액 9 mL를 혼합하여 10배 희석법으로 희석하였고 희석액 100 µL를 plate에 접종하고 1.5% agar가 첨가된 MRS를 이용한 평판측정법으로 생균수를 측정하였다. 각각의 plate는 37°C 배양기에서 24시간 배양 후 형성된 colony수를 계측하고 그 colony에 희석배수를 곱하여 시료 mL(g)당 CFU(colony forming unit)로 나타내었으며, 양갱제조 후 양갱의 유산균수 측정도 위와 동일한 방법으로 실험하였다.

2) pH 및 산도 측정

블루베리 유산균 발효액의 pH는 10 mL의 시료를 채취하

여 pH meter(CH-8603, Mettler-Toledo Inc., Schwarzenbach, Switzerland)로 3회 반복 측정 후 평균값을 나타내었다. 산도는 AOAC 방법(AOAC 1995)에 따라 시료 용액 10 mL에 pH meter 전극을 담그고 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 양(mL)을 lactic acid 함량으로 환산하여 나타내었다. 양갱의 pH 및 산도는 양갱 10 g에 증류수 30 mL를 가하여 1분간 균질화한 다음 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상층액 10 mL를 채취하였으며 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

3) 색도 측정

양갱의 색도측정은 색차계(Chromameter CR-200, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 lightness(L), redness(a), yellowness(b)를 측정하였으며 각각 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 이때 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 97.10, +0.24, +1.76이었다.

4) 조직감 측정

조직감은 양갱을 일정 크기(3×3×1 cm)로 절단하여 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 경도(Hardness), 탄력성(Springiness) 및 응집성(Cohesiveness)을 측정하였다. 측정 조건은 최대 하중 10 kg, probe distance 7.00 mm, table speed 120 mm/min, distance 35%였으며, 모든 시료는 10회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

5) 총 안토시아닌함량 측정

총 안토시아닌함량 측정은 Lee J 등(2005)의 방법에 의해 다음과 같이 측정하였다. 양갱 10 g에 methanol 20 mL를 넣어 균질화하고, 25°C에서 2시간 방치 후 상층액을 시료로 사용하였다. 시료 0.1 mL에 pH 1 완충용액(0.2 M KCl+0.2 M HCl) 1.9 mL와 pH 4.5 완충용액(0.2 M potassium phosphate+0.1 M citric acid) 1.9 mL를 각각 첨가하여 혼합한 후, 520 nm와 700 nm에서 분광광도계(Ultaspec 2100pro, Amersham Co., Uppsala, Sweden)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 총 안토시아닌 함량은 cyanidin-3-glucoside의 몰흡광계수를 이용하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Total anthocyanin content (mg/100g)} = \frac{A \times Mw \times DF \times 1,000}{\epsilon \times l}$$

$$A = (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})_{\text{pH 1.0}} - (A_{\lambda 520} - A_{\lambda 700})_{\text{pH 4.5}}$$

$$Mw = \text{molecular weight of cyanidin-3-glucoside} = 449.2 \text{ g/mol}$$

$$DF = \text{dilution factor}$$

$$\epsilon = \text{the molar absorptivity} = 26,900 \text{ L/cm} \cdot \text{mol}$$

6) DPPH radical 소거활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거활성은 DPPH의 환원력을 이용하여 측정하였다(Blois MS 1958). 양갱 10 g에 methanol 20 mL를 넣어 균질화하고, 25°C에서 2시간 방치 후 상층액을 시료로 사용하였으며, 시료 0.5 mL에 4×10^{-4} M DPPH 용액(99.9% ethanol에 용해) 5 mL를 혼합하여 실온에서 15분 동안 반응시킨 다음 분광광도계(Amersham Co.)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거 활성은 시료첨가구와 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 이용하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{sample absorbance}}{\text{control absorbance}}\right) \times 100$$

7) 환원력 측정

환원력은 Oyaizu M(1986)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 시료의 처리는 DPPH radical 소거활성에서와 동일하게 처리하였다. 시료 1 mL에 0.2 M phosphate buffer (pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide 용액 2.5 mL를 가한 후 50°C에서 30분간 반응시켰다. 반응 후 10% trichloroacetic acid 용액 2.5 mL를 가하고, 원심분리한 뒤, 상층액 2.5 mL에 증류수 2.5 mL와 0.1% FeCl₃ 용액 0.5 mL를 혼합한 다음 분광광도계(Amersham Co.)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

8) 관능검사

관능검사는 대구가톨릭대학교 식품공학과 대학원생 패널 15명을 대상으로 시료의 관능적인 품질특성에 대하여 평가하도록 하였다. 평가시 사용한 척도는 5점 기호 척도를 이용하였으며, 특성이 좋을수록 높은 점수를 기록하는 방법으로 하였다. 검사항목은 색(color), 맛(taste), 조직감(texture), 향미(flavor), 종합적 기호도(overall acceptability)로 하였다.

9) 통계 처리

실험결과는 SPSS 12.0 package로 통계처리 하여 평균±표준편차로 나타내었으며, 각 시료에 대한 유의성 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 블루베리 발효물의 생균수 및 pH 변화

블루베리 착즙액(JE) 및 추출물(HE, EE)이 유산균 생장에 미치는 영향을 검토하기 위하여 72시간 동안 발효

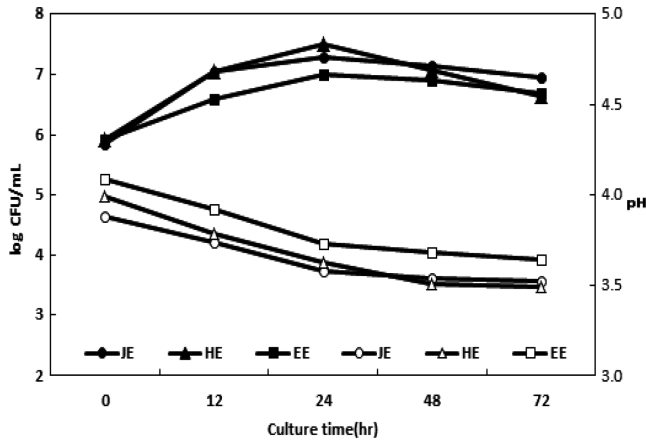


Fig. 1. Changes of growth and pH during ferment of *L. plantarum* CGKW3 in pressed juice extraction, hot water extract, and 50% ethanol extract from blueberry at 37°C for 72 hr. JE; Juice extraction, HE; hot water extraction, EE; 50% ethanol extract, ●; JE cell growth, ○; JE pH, ▲; HE cell growth, △; HE pH, ■; EE cell growth, □; EE pH.

하였으며, 발효 후 배양 시간별 생균수 및 pH를 Fig. 1에 나타내었다. 초기 0시간에서의 생균수는 5.86~5.93 log CFU/mL이었으며 배양 12시간 및 24시간이 경과함에 따라 JE는 7.04~7.28 log CFU/mL, HE는 7.05~7.49 log CFU/mL 및 EE는 6.59~6.99 log CFU/mL로 나타나 모든 구간에서 유산균 수가 증가하는 것을 확인하였고, 24시간에서 최대 생육을 보인 후 24시간이후부터는 감소하는 경향을 나타내었다. pH 측정 결과는 0시간에서 JE는 pH 3.88, HE는 pH 3.99 및 EE는 pH 4.09로 나타나 시료 간에 약간의 차이는 나타났으나 유산균이 생육함에 따라 pH가 낮아져 배양 24시간에서 JE, HE, EE가 각각 pH 3.58, pH 3.66, pH 3.78로 감소하는 것을 확인하였다. 또한 초기 pH는 차이가 있지만 감소되는 pH의 정도는 비슷하였으며, 배양 24시간 이후에는 pH가 약간 감소하거나 거의 유지되었다. Yang M 등(2013)의 연구에서 *L. plantarum* YML-4를 이용하여 두유 요구르트를 제조하기 위해 32시간까지 배양한 결과 24시간에서 생육이 가장 좋았으며 24시간 이후부터 생육이 점차 감소한다고 보고 하였는데, 본 연구결과에서도 *L. plantarum* CGKW3을 이용하여 블루베리 착즙액 및 추출물을 배양 한 모든 구간에서 24시간에서 최대 생육을 나타낸 후 점차 감소하여 유사한 경향을 보여주었다. 따라서 본 연구에서는 블루베리 유산균 발효물을 이용한 양갱 제조 조건으로 유산균의 생육활성이 가장 높은 24시간 배양한 발효물을 선정하여 첨가비율에 따라 양갱을 제조하였다(Table 1).

2. 양갱의 생균수, pH 및 산도

블루베리 유산균 발효물의 첨가 비율 별로 제조 된 양갱의 생균수, pH 및 산도 분석결과는 Table 2와 같다. 양

Table 1. Formular for *yanggaeng* with different levels of fermented blueberry extract by lactic acid bacteria (g)

Ingredients	Control ¹⁾	BE100 ²⁾	BE150 ³⁾	BE200 ⁴⁾
White dregs	300	300	300	300
Water	300	200	150	100
Fermented blueberry	0	100	150	200
Sugar	90	90	90	90
Agar	9.85	9.85	9.85	9.85
Salt	0.15	0.15	0.15	0.15
Total	700	700	700	700

¹⁾ Control: *yanggaeng* added with 0% fermented blueberry extract.
²⁾ BE100: *yanggaeng* added (100 g) with fermented blueberry juice extraction, hot water extract, or 50% ethanol extract.
³⁾ BE150: *yanggaeng* added (150 g) with fermented blueberry juice extraction, hot water extract, or 50% ethanol extract.
⁴⁾ BE200: *yanggaeng* added (200 g) with fermented blueberry juice extraction, hot water extract, or 50% ethanol extract.

Table 2. Changes in viable cell, pH, and titratable acidity of *yanggaeng* added with fermented blueberry extract by lactic acid bacteria

Samples ¹⁾	Viable cell (log CFU/g)	pH	Titratable acidity (%)
Control	ND ²⁾	6.30±0.01 ^a	0.63±0.01 ^g
JE100	4.49±0.02 ^{de3)}	5.36±0.02 ^g	1.62±0.01 ^e
JE150	4.73±0.03 ^{cd}	5.16±0.01 ^h	2.16±0.02 ^b
JE200	5.06±0.06 ^c	4.94±0.01 ⁱ	3.24±0.01 ^a
HE100	5.49±0.07 ^b	5.82±0.01 ^c	1.62±0.01 ^e
HE150	5.70±0.02 ^b	5.64±0.03 ^e	2.07±0.02 ^c
HE200	6.17±0.30 ^a	5.36±0.03 ^g	2.16±0.00 ^b
EE100	4.10±0.06 ^e	5.94±0.03 ^b	1.53±0.00 ^f
EE150	4.54±0.17 ^d	5.74±0.02 ^d	1.62±0.02 ^e
EE200	4.67±0.36 ^{cd}	5.55±0.02 ^f	1.89±0.03 ^d

¹⁾ Control: *yanggaeng* with 0% fermented blueberry extract, JE100: *yanggaeng* added (100 g) with fermented blueberry juice extraction, JE150: *yanggaeng* added (150 g) with fermented blueberry juice extraction, JE200: *yanggaeng* added (200 g) with fermented blueberry juice extraction, HE100: *yanggaeng* added (100 g) with fermented blueberry hot water extract, HE150: *yanggaeng* added (150 g) with fermented blueberry hot water extract, HE200: *yanggaeng* added (200 g) with fermented blueberry hot water extract, EE100: *yanggaeng* added (100 g) with fermented blueberry 50% ethanol extract, EE150: *yanggaeng* added (150 g) with fermented blueberry 50% ethanol extract, EE200: *yanggaeng* added (200 g) with fermented blueberry 50% ethanol extract.
²⁾ ND: not detectable.
³⁾ Value are mean±standard deviation of triplicate determinations. Different superscripts within a column (a-i) indicate significant differences ($p < 0.05$).

갱은 유산균 발효물의 첨가 비율이 100 g, 150 g, 200 g으로 증가함에 따라 유산균 수가 증가하여 JE의 경우 각각 4.49 log CFU/g, 4.73 log CFU/g, 5.06 log CFU/g으로 나타났으며 HE는 5.49 log CFU/g, 5.70 log CFU/g, 6.17 log CFU/g였고 EE는 4.10 log CFU/g, 4.54 log CFU/g, 4.67 log CFU/g로 증가되는 것을 확인하였다. 양갱에 함유되어 있는 유산균 수는 블루베리 착즙액 및 추출물 발효 시 가장 높은 유산균 수를 나타낸 HE에서와 동일하게 나타났으며, 다음으로 JE, EE 순이었다. 양갱의 pH는 블루베리 발효물 무첨가군이 6.30으로 가장 높았으며, JE, HE 및 EE의 첨가비율이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 보였으며, 산도는 첨가비율이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었다. 블루베리 발효물을 첨가하지 않은 대조군의 산도는 0.63%였으며, 발효물의 첨가량이 증가함에 따라 산도가 1.53~3.24%로 높아졌다. Jeon MH & Lee WJ(2011)에 따르면 블루베리에는 각종 유기산 성분을 포함하고 있어 블루베리가 첨가된 시험구간에서 pH가 낮아진다고 보고하였으며, 유산균은 발효를 통해 젖산균을 포함하는 유기산을 생산하고(Masood MI 등 2011), 생성된 유기산은 발효물의 pH를 저하시켜 잡균의 오염을 방지할 수 있다는 보고(Lee JY 등 2002)를 고려해 보았을 때 본 실험에 의해 제조된 양갱은 블루베리 유산균 발효물의 첨가에 따라 pH는 낮아지고, 산도는 증가하는 유사한 경향을 나타내었으며, 이로 인하여 블루베리 발효물이 첨가된 양갱은 잡균의 오염 방지를 통하여 저장성이 향상될 것으로 사료된다.

3. 양갱의 색도

블루베리 유산균 발효물이 첨가된 양갱의 색도는 Table 3

Table 3. Hunter's color values of *yanggaeng* added with fermented blueberry extract by lactic acid bacteria

Samples ¹⁾	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)
Control	42.54±1.15 ^{a2)}	-0.64±0.06 ^e	2.66±0.11 ^a
JE100	33.85±3.20 ^c	3.12±0.13 ^c	2.51±0.09 ^a
JE150	34.14±1.76 ^c	3.27±0.05 ^c	1.75±0.25 ^c
JE200	25.26±1.69 ^e	4.29±0.17 ^a	1.19±0.13 ^d
HE100	39.32±2.81 ^b	3.82±0.24 ^b	2.16±0.26 ^b
HE150	33.37±0.56 ^c	4.16±0.17 ^a	0.60±0.21 ^e
HE200	33.64±0.37 ^c	4.43±0.34 ^a	-1.23±0.15 ^g
EE100	33.89±0.49 ^c	2.12±0.11 ^d	0.35±0.08 ^e
EE150	33.33±0.57 ^c	3.13±0.10 ^c	-0.25±0.11 ^f
EE200	30.09±1.68 ^d	3.81±0.13 ^b	-0.15±0.05 ^f

¹⁾ Refer to Table 2.

²⁾ Value are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column (a-g) indicate significant differences ($p<0.05$).

과 같다. JE, HE 및 EE를 각각 비율별로 첨가한 양갱의 L, a, b 값은 대조군에 비해 L값과 b값은 감소하였으며, a값은 증가하였다. 블루베리 유산균 발효물의 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하는 것은 블루베리에 함유되어 있는 안토시아닌 색소 및 폴리페놀성 물질에 의한 것으로 사료된다. 적색도를 나타내는 a값은 블루베리 유산균 발효물을 첨가하지 않은 대조군에서는 -0.64의 값을 나타내었지만, JE200, HE200 및 EE200을 첨가한 구간에서는 각각 4.29, 4.43, 3.61로 대조군에 비해 유의적으로 증가하였다. 황색도를 나타내는 b값은 대조군에서 2.66으로 가장 높았고, 블루베리 유산균 발효물의 함량이 증가할수록 JE, HE 및 EE 모든 구간에서 점차 낮아지는 경향을 나타내었다. 이는 선행연구(Lee SM & Choi YJ 2009, Kim AJ 2012, Hwang ES & Lee YJ 2013)에서도 안토시아닌을 함유하는 자색고구마, 오디시럽 및 아로니아를 첨가하여 제조한 양갱의 경우, 이들 성분의 첨가량이 증가할수록 명도(L)와 황색도(b)가 유의성 있게 감소하고 적색도(a)는 증가하는 것을 확인하여 본 연구결과와 유사함을 알 수 있었다.

4. 양갱의 조직감

블루베리 유산균 발효물이 첨가된 양갱의 물성 측정 결과는 Table 4와 같다. 경도는 대조군이 0.44 kg/cm², JE 첨가 양갱에서 0.05~0.32 kg/cm²의 범위를 나타내었고, HE 첨가 양갱이 0.09~0.32 kg/cm² 및 EE 첨가 양갱에서 0.15~0.27 kg/cm²의 범위를 나타내었다. 첨가 비율에 따른 경도는 JE150, HE150 및 EE150에서 각각 0.32

Table 4. Textural properties of *yanggaeng* added with fermented blueberry extract by lactic acid bacteria

Samples ¹⁾	Hardness (kg/cm ²)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)
Control	0.44±0.17 ^{a2)}	110.79±10.39 ^e	33.26±6.75 ^b
JE100	0.15±0.03 ^d	196.94±28.60 ^c	34.55±4.82 ^{ab}
JE150	0.32±0.01 ^b	193.29±8.62 ^c	41.46±7.29 ^a
JE200	0.05±0.01 ^e	146.20±19.66 ^d	22.61±3.69 ^c
HE100	0.22±0.00 ^{bcd}	231.08±19.22 ^{ab}	38.05±1.05 ^{ab}
HE150	0.32±0.00 ^b	114.73±8.03 ^e	21.61±2.45 ^c
HE200	0.09±0.02 ^e	111.27±3.99 ^e	24.60±2.27 ^c
EE100	0.15±0.00 ^{de}	248.25±0.76 ^a	36.44±1.37 ^{ab}
EE150	0.27±0.04 ^{bc}	233.90±15.21 ^{ab}	38.68±3.33 ^{ab}
EE200	0.21±0.01 ^{cd}	206.67±23.31 ^{bc}	26.81±3.44 ^c

¹⁾ Refer to Table 2.

²⁾ Value are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column (a-e) indicate significant differences ($p<0.05$).

kg/cm², 0.32 kg/cm², 0.27 kg/cm²로 가장 높았으나 JE, HE 및 EE 각각의 발효물 첨가에 따른 농도의존적인 양상을 나타내지는 않았다. 탄력성은 발효물이 첨가됨에 따라 111.27~248.25%로 대조군인 110.79% 보다 높게 나타났으나, JE, HE 및 EE의 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었는데 JE100, HE100 및 EE100에서 각각 196.94%, 231.08%, 248.25%로 나타나 50% 에탄올 추출 발효물인 EE100에서 가장 높음을 알 수 있었다. 응집성은 대조군에서 33.26%로 나타났으며 JE는 22.61~41.46%, HE는 21.61~38.05%였고, EE가 26.81~38.68%로 나타나 대조군과 비교하였을 때 첨가량이 증가할수록 전반적으로 낮아지는 경향을 확인하였다. 따라서 본 연구결과 블루베리 유산균 발효물을 첨가한 양갱은 첨가량이 증가할수록 탄력성은 증가되며, 경도 및 응집성은 낮아지는 관계로 시판되고 있는 양갱에 비해 부드러운 식감을 가질 것으로 사료되어 치아가 약한 노인이나 어린이를 대상으로 한 식품으로 활용 가능할 것으로 판단된다.

5. 양갱의 총 안토시아닌 함량 및 항산화 활성

안토시아닌은 과일과 채소 등의 식물체에 존재하는 수용성 색소로써 자색, 적색등을 나타내며 식품의 관능적 품질특성을 결정하는 천연 수용성 색소로써 항산화 활성 등이 보고된바 있다(Rhim JW & Kim SJ 1999, Amorini AM 등 2003). 블루베리 유산균 발효물이 첨가된 양갱의 총 안토시아닌 함량 및 항산화 활성 분석결과는 Table 5

Table 5. Total anthocyanin contents, DPPH radical scavenging activity, and reducing power of yanggaeng added with fermented blueberry extract by lactic acid bacteria

Samples ¹⁾	Total anthocyanin (mg/100 g)	DPPH radical scavenging activity (%)	Reducing power
Control	0.51±0.15 ^{h2)}	5.6±1.3 ^e	0.01±0.00 ^e
JE100	2.82±0.95 ^e	29.1±2.1 ^f	0.46±0.01 ^f
JE150	3.90±0.08 ^f	41.6±2.4 ^d	0.64±0.04 ^d
JE200	4.91±0.18 ^e	54.5±2.3 ^b	0.84±0.09 ^b
HE100	5.02±0.31 ^e	30.4±2.3 ^f	0.56±0.03 ^e
HE150	7.24±0.55 ^d	42.3±1.8 ^d	0.76±0.03 ^e
HE200	9.77±0.05 ^c	54.9±2.2 ^b	0.87±0.03 ^b
EE100	8.08±0.10 ^{cd}	33.9±0.8 ^e	0.60±0.01 ^{de}
EE150	10.43±0.51 ^b	48.4±1.2 ^c	0.82±0.03 ^b
EE200	15.27±0.41 ^a	64.2±2.0 ^a	1.02±0.00 ^a

¹⁾ Refer to Table 2.
²⁾ Value are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column (a-h) indicate significant differences (p<0.05).

와 같다. 양갱의 총 안토시아닌 함량은 대조군과 비교하여 볼 때 JE, HE 및 EE 구간에서 발효물의 첨가량에 비례하여 증가하였다. JE 첨가 양갱의 총 안토시아닌 함량은 JE100, JE150 및 JE200에서 각각 2.82 mg, 3.90 mg, 4.91 mg이었으며, HE 첨가 양갱은 각각 5.02 mg, 7.24 mg 및 9.77 mg으로 나타났으며 EE 첨가 양갱에서는 8.08 mg, 10.43 mg, 15.27 mg으로 첨가량이 증가할수록 총 안토시아닌 함량도 유의적으로 증가하였으며 EE 구간에서 가장 높은 함량을 나타내었다.

DPPH의 radical은 비교적 안정한 free radical로써 항산화 화제, 방향족 아민류 등에 의해 환원되어 색이 탈색되는데 이것은 다양한 천연소재로부터 항산화 활성을 검색하는데 많이 이용되고 있다(You YH 등 2006). 블루베리 유산균 발효물이 첨가된 양갱의 DPPH radical 소거활성은 대조군에서 5.6%로 가장 낮았고, JE200 및 HE200에서 각각 54.5%, 54.9%를 나타내었으며, EE200에서는 64.2%로 가장 높은 DPPH radical 소거활성을 나타내었다. 환원력 측정결과도 DPPH radical 소거활성과 유사한 결과를 나타내었는데, 대조군은 0.01로 가장 낮은 값을 나타내었고, JE200, HE200 및 EE200에서 각각 0.84, 0.87, 1.02로 나타나 EE 첨가군에서 가장 높은 활성을 보여주었다. DPPH radical 소거활성 및 환원력은 발효된 블루베리 착즙액 및 추출물의 첨가량이 증가할수록 높아짐을 확인하였는데, 이는 블루베리에 함유된 폴리페놀, 안토시아닌 등과 같은 항산화물질들에 의한 것으로 사료된다. 또한 양갱 제조 시 기능성 물질을 첨가하면 생리활성 성분이 증가하고 이로 인하여 항산화 활성이 높아질 수 있다고 보고된 Hwang ES & Lee YJ(2013)의 결과와 유사하였다.

6. 양갱의 관능적 특성

블루베리 유산균 발효물을 첨가하여 제조된 양갱의 색, 맛, 향, 질감 및 전반적인 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 6과 같다. 색에 대한 선호도 분석 결과 대조군에 비하여 JE, HE 및 EE를 비율별로 첨가한 시료에서 높은 값을 나타내었으며 특히 EE200에서 3.50으로 가장 높았다. 이는 블루베리의 진한 보라색이 양갱의 색깔에 긍정적인 영향을 주었으며, 총 안토시아닌 함량 측정결과 가장 높은 값이 나온 것과 일치함을 확인하였다. HE, EE 첨가군의 맛은 첨가농도에 관계없이 대조군(1.88)에 비해 유의적으로 우수하였으며(2.88~3.50), JE 첨가군에 비해 양호하였다. 향미는 대조군에 비해 JE, HE 및 EE를 첨가한 구간에서 높았으며, 첨가량이 증가할수록 높아지는 것을 확인하였다. 조직감의 경우에는 JE100에서 가장 우수하였으며, 그 외 시료 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전체적인 기호도는 대조군이 1.25점으로 가장 낮았으며 JE, HE, EE 첨가구는 2.63~3.95로 대조군보다 유의적으로 값이 증가한 것을 확인하였으며, EE200에서

Table 6. Sensory properties of *yanggaeng* added with fermented blueberry extract by lactic acid bacteria

Samples ¹⁾	Color	Taste	Flavor	Texture	Overall acceptability
Control	2.07±0.28 ^{b2)}	1.88±0.29 ^b	1.75±0.22 ^c	2.75±0.28 ^{ab}	1.25±0.24 ^d
JE100	2.64±0.75 ^{ab}	3.13±0.38 ^a	2.75±0.43 ^{ab}	3.06±0.40 ^a	2.78±0.41 ^{bc}
JE150	2.86±0.53 ^{ab}	2.88±0.59 ^a	3.25±0.47 ^a	2.81±0.33 ^{ab}	2.64±0.43 ^c
JE200	2.86±0.65 ^{ab}	2.60±0.20 ^a	3.25±0.19 ^a	2.31±0.46 ^{ab}	3.04±0.45 ^{bc}
HE100	2.44±0.52 ^{ab}	3.00±0.58 ^a	2.25±0.32 ^{bc}	2.50±0.52 ^{ab}	2.63±0.23 ^c
HE150	3.00±0.62 ^{ab}	3.25±0.59 ^a	2.63±0.28 ^{ab}	2.69±0.44 ^{ab}	2.81±0.31 ^{bc}
HE200	3.03±0.21 ^{ab}	2.88±0.67 ^a	3.00±0.24 ^{ab}	2.70±0.30 ^{ab}	3.25±0.37 ^{bc}
EE100	2.75±0.33 ^{ab}	3.50±0.59 ^a	2.63±0.29 ^{ab}	2.50±0.49 ^{ab}	2.94±0.37 ^{bc}
EE150	2.88±0.66 ^{ab}	3.38±0.79 ^a	3.55±0.92 ^a	2.60±0.37 ^{ab}	3.37±0.25 ^b
EE200	3.50±0.33 ^a	3.50±0.12 ^a	3.98±0.48 ^a	2.91±0.49 ^{ab}	3.95±0.15 ^a

¹⁾ Refer to Table 2.

²⁾ Value are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column (a-d) indicate significant differences ($p<0.05$)

3.95점으로 다소 높은 값을 보여주었다. 관능평가 결과를 종합하여 볼 때, 유산균으로 발효된 블루베리 착즙액 및 추출물을 첨가하여 제조된 양갱은 유산균의 함유와 항산화활성이 증진된 기능성식품으로 활용 가능할 것으로 기대된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 블루베리를 착즙한 착즙액(JE), 열수추출물(HE) 및 50% 에탄올 추출물(EE)에 *L. plantarum* CGKW3을 접종하여 유산발효를 하였으며, 발효물을 이용하여 첨가비율별로 제조된 양갱의 품질특성, 항산화 활성 및 관능평가를 실시하였다. 블루베리 발효물의 유산균수는 배양 24시간일 때 JE, HE 및 EE에서 각각 7.28 log CFU/mL, 7.49 log CFU/mL, 6.99 log CFU/mL로 가장 높게 나타났으며, 생육특성이 가장 우수한 24시간 발효물을 이용하여 첨가 비율을 달리하여 양갱을 제조하였다. 양갱에 함유되어 있는 유산균수는 유산균 발효물의 첨가량이 증가할수록 유산균수도 증가하였으며, HE200에서 6.17 log CFU/g으로 가장 높았다. pH는 대조군에서 6.30으로 가장 높았으며 JE, HE 및 EE의 첨가비율이 높을수록 낮아지고 산도는 증가하는 경향을 나타내었다. 색도는 JE, HE, EE를 각각 첨가한 양갱의 L, a, b 값은 대조군에 비해 L값과 b값은 감소하였으며, a값은 증가하는 경향을 나타내었다. 양갱의 물성은 대조군과 비교 시 탄력성은 조금 증가되지만, 경도 및 응집성은 낮아져 부드러운 식감을 가질 것으로 사료된다. 총 안토시아닌 함량은 블루베리 유산균 발효물의 첨가량이 증가함에 따라 JE100, HE100 및 EE100보다 JE200, HE200 및 EE200에서 각각 174%, 194%, 188%로 증가하였다. 항산화 활성은 블루베리 유산균 발효물 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보여주

었는데, 총 안토시아닌 함량 및 항산화 활성을 고려하였을 때 JE 및 HE보다 EE에서 우수한 것을 확인하였다. 관능평가 결과, 양갱의 색, 맛, 향 및 조직감 및 전체적인 기호도에서 대조군이 가장 낮게 평가되어 블루베리 유산균 발효물이 첨가된 구간이 우수함을 확인하였고, JE200, HE200 및 EE200구간이 상대적으로 첨가비율이 낮은 구간보다 전반적으로 기호도가 높았다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 착즙액 보다는 열수 및 50% 에탄올 추출물로 발효된 구간이 양호하였으며, 첨가비율이 높을수록 우수한 항산화 활성 및 기호도를 보여주었고 특히, EE200구간이 향후 양갱 및 다양한 기능성식품 가공용 소재로 활용 가능할 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 교육부와 한국연구재단의 지역혁신창의인력 양성사업으로 수행된 연구결과임(No.2013H1B8A2032215).

References

- AOAC. 1995. Official methods of analysis of AOAC international. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC. USA. pp 1-26
- Amorini AM, Lazzarino G, Galvano F, Fazzina G, Tavazzi B, Galvano G. 2003. Cyanidin-3-o-beta-glucopyranoside protects myocardium and erythrocytes from oxygen radical mediated damages. *Free Radic Res* 37(4):453-460
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617):1199-1200
- Cho WJ, Song BS, Lee JY, Kim JK, Kim JH, Yoon YH, Choi JI, Kim KS, Lee JW. 2010. Composition analysis various blueberries produced in Korean and manufacture of blueberry

- jam by response surface methodology. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(2):319-323
- Han EJ, Kim JM. 2011. Quality characteristics of *yanggaeng* prepared with different amounts of ginger powder. J East Asian Soc Dietary Life 21(3):360-366
- Han JM, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of *yanggaeng* added with blueberry powder. Korean J Food Preserv 20(2): 265-271
- Hong SK, Choi HW, Lee YK, Lee SY, Kim WG. 2011. Occurrence of gray mold on blueberry trees caused by *Botrytis cinerea* in Korea. Kor J Mycol 39(3):213-216
- Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of *yanggaeng* with aronia juice. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(8):1220-1226
- Hwang SH, Ko SH. 2010. Quality characteristics of muffin containing domestic blueberry. J East Asian Soc Dietary Life 20(5):727-734
- Jeon MH, Lee WJ. 2011. Characteristics of blueberry added *makgeolli*. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(3):444-449
- Jeon SW, Hong CO, Kim DS. 2005. Quality characteristics and storage stability of *yanggaengs* added with natural coloring ingredient. J Res Inst Eng Technol 12(1):19-34
- Ji JR, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of cookies with varied concentration of blueberry powder. J East Asian Soc Dietary Life 20(3):433-438
- Kim AJ. 2012. Quality characteristics of *yanggaeng* prepared with different concentrations of mulberry fruit syrup. J East Asian Soc Dietary Life 22(1):62-67
- Kim AJ, Lee SH, Jung EK. 2013. Quality characteristics of *yanggaeng* with white, red and black ginseng powder. J East Asian Soc Dietary Life 23(1):78-84
- Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS. 2014. Quality characteristics of *yanggaeng* added with tomato powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(7):1042-1047
- Lee J, Dutst RW, Wrolstad TE. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. J AOAC Int 88(5):1269-1278
- Lee JY, Park YS, Kim YS, Shin DH. 2002. Antimicrobial characteristics of metabolites of lactic acid bacteria isolated from feces of newborn baby and from Dongchimi. Korean J Food Sci Technol 34(3):472-479
- Lee SM, Choi YJ. 2009. Quality characteristics of *yanggaeng* by the addition of purple sweet potato. J East Asian Soc Dietary Life 19(5):769-775
- Lee WG, Lee JA. 2012. Quality characteristics of yogurt dressing prepared with blueberry juice. Korean J Culinary Res 18(4): 255-265
- Masood MI, Qadir MI, Shrazi JH, Khan IU. 2011. Beneficial effects of lactic acid bacteria on human beings. Crit Rev Microbiol 37(1):91-98
- Oh HL, Ahn MH, Kim NY, Song JE, Lee SY, Song RM, Park JY, Kim MR. 2012. Quality characteristics and antioxidant activities of *yanggaeng* with added *Rehmannia radix* preparata concentrate. Korean J Food Cook Sci 28(1):1-8
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction-antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Jap J Nutr 44(6):307-315
- Park KY. 2012. Increased health functionality of fermented foods. Food Ind Nutr 17(1):1-8
- Park YO, Chio JH, Choi JJ, Yim SH, Lee HC, Yoo MJ. 2011. Physicochemical characteristics of *yanggaeng* with pear juice and dried pear powder added. Korean J Food Preserv 18(5):692-699
- Parry J, Su L, Moore J, Cheng Z, Luther M, Rao JN, Wang JY, Yu LL. 2006. Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours. J Agric Food Chem 54(11):3773-3778
- Pyo SJ, Joo N. 2011. Optimization of *yanggaeng* processing prepared with mulberry juice. Korean J Food Culture 26(3):283-294
- Rhim JW, Kim SJ. 1999. Characteristics and stability of anthocyanin pigment extracted from purple-fleshed potato. Korean J Food Sci Technol 31(2):348-355
- Seo HM, Lee JH. 2013. Physicochemical and antioxidant properties of *yanggaeng* incorporated with black sesame powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(1):143-147
- Su MS, Chien PJ. 2007. Antioxidant activity, anthocyanins and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. Food Chem 104(1): 182-187
- Yang HS, Choi YJ, Oh HH, Moon JS, Jung HK, Kim KJ, Choi BS, Lee JW, Huh CK. 2014. Antioxidative activity of mushroom water extracts fermented by lactic acid bacteria. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(1):80-85
- Yang M, Kwak JS, Jang SR, Jia YA, Park IS. 2013. Fermentation characteristics of soybean yogurt by mixed culture of *Bacillus* sp. and Lactic acid bacteria. Korean J Food Nutr 26(2):273-279
- You YH, Kim KG, Heo HJ, Lee KG, Lee JG, Shim SI, Jun WJ. 2006. Stimulatory effects of *Pseudosasa japonica* leaves on exercise performance. Biosci Biotechnol Biochem 70(10): 2532-2535

Received on Feb.9, 2015/ Revised on Mar.17, 2015/ Accepted on Mar.21, 2015