

아로니아즙 첨가 양갱의 품질특성 및 항산화활성

황은선[†] · 이예진

한경대학교 영양조리학과 및 한국 전통식품 글로벌센터

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Yanggaeng with Aronia Juice

Eun-Sun Hwang[†] and Yae-Jin Lee

Dept. of Nutrition and Culinary Science and Korean Foods Global Center,
Hankyong National University, Gyeonggi 456-749, Korea

ABSTRACT The objective of this study is to investigate the quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng prepared with different amounts of aronia juice. Aronia juice was incorporated into yanggaeng at different levels (containing 50, 100, and 150 g of aronia juice in AJ 50, AJ 100, and AJ 150, respectively) based on the total weight of water. Total acidity and sugar contents showed a significant increase, however, pH showed a decrease with increasing levels of aronia juice. Hardness also showed an increase with increasing levels of aronia juice. Regarding texture profile analysis, hardness, springiness, and chewiness of yanggaeng were increased, however, cohesiveness was similar compared to the control and aronia juice added treatments. In chromaticity determination, L and b values showed a decrease, however, a value increased with increasing levels of aronia juice. The total polyphenols, flavonoids, and anthocyanin contents were increased proportionally with increasing levels of aronia juice. Antioxidant activity measured by DPPH and ABTS radical scavenging activities were significantly higher than those of control and increased proportionally according to the concentration of aronia juice. The sensory evaluation indicated that AJ 100 showed the best preference in color, taste, texture, flavor, and overall acceptance. These results suggest that aronia juice may be a useful ingredient in yanggaeng for improvement of quality and antioxidant potential.

Key words: aronia, yanggaeng, anthocyanin, antioxidant, sensory evaluation

서 론

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 블랙 초크베리(black chokeberry)라고도 불리는 장미과의 낙엽관목으로 북아메리카가 원산지인 베리류이다(1). 아로니아는 20세기 초반 러시아 및 스칸디나비아 국가들을 거쳐 폴란드, 오스트리아 등지로 전파되었고, 국내에는 6~7년 전부터 아로니아 씨앗을 들여와 일부 농가에서 재배 중에 있다(2). 아로니아는 토양 적응성이 우수하고 영농이 간편해 전국적으로 재배열기가 고조되고 있으며, 다양한 기능성을 지닌 초고소득 작물로 새롭게 부상하고 있다.

아로니아에는 다른 베리류에 비해 안토시아닌 색소가 월등히 많이 함유되어 있으며(3), 아로니아에 함유되어 있는 안토시아닌은 cyanidin과 결합된 3-O-galactoside, 3-O-glucoside, 3-O-arabioside, 3-O-xyloside 등의 배당체 형태로 존재한다(4,5). 아로니아는 건물 중량 당 평균 1% 정도 되는 다량의 안토시아닌이 함유되어 있어 짙은 자줏빛

을 나타내며 이로 인해 식품착색제나 천연염료로 활용할 수 있는 가능성이 매우 높다(5,6). 아로니아에는 phenolic acids, flavonoids 등의 생리활성 물질이 함유되어 있으며(7-9), 이들 물질들은 시력개선효과, 항산화작용, 암예방, 면역증진 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(10,11).

아로니아는 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있으나 특유의 신맛과 떫은맛 때문에 생과로 이용하기보다는 가공용으로 개발할 필요성이 대두되고 있다. 실제 폴란드, 일본 등지에서는 주스, 엑기스, 잼, 와인, 화장품 소재 등으로 일부 제품이 개발되어 상용화되어 있다(2). 그러나 우리나라는 아직까지 아로니아 재배가 활성화되지 않아 지속적으로 생산되는 아로니아 함유 제품은 없는 상태이다.

양갱은 단묵 또는 갡이라고 하며 우리나라 고유의 한과 중 하나로 전통적으로 팥, 한천, 설탕을 주원료로 제조한다(12). 최근에는 건강에 대한 관심이 높아지면서 전통적인 양갱 재료에 자색고구마, 오디, 숙지황, 흑임자, 쑥 등 다양한 생리활성을 지닌 기능성 부재료를 첨가하여 제조하고 있으며, 이들의 품질특성 및 기능성 탐색에 관한 연구가 보고되고 있다(13-18).

아로니아는 특유의 진한 자줏빛 색소를 가지고 있어 우리

Received 25 March 2013; Accepted 5 May 2013

[†]Corresponding author.

E-mail: ehwang@hknu.ac.kr, Phone: 82-31-670-5182

전통 한과인 양갱에 활용하면 양갱이 가진 고유의 색깔을 높이고 다양한 생리활성물질로 인하여 건강에도 유익할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 아로니아의 활용도를 증가시킬 목적으로 아로니아즙 첨가 양갱의 최적 조건을 구명하였고, 아울러 최적 조건에서 제조된 양갱의 이화학적 품질특성과 생리활성물질 함량 및 항산화활성을 측정하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 아로니아(*Aronia melanocarpa*, black chokeberry)는 2012년 8월말에 경북 영천의 아로니아 농장에서 수확한 것을 직접 구입하였다. 깨끗이 세척한 아로니아를 food processor(Phillips Electronics, Seoul, Korea)를 이용하여 곱게 마쇄한 후, 액을 3겹의 거즈로 여과하여 얻어 양갱 제조용 시료로 사용하였다. 팥앙금(Daedoo Food, Seoul, Korea), 분말한천(Fine Agar, Seongnam, Korea), 백설탕(CJ, Seoul, Korea), 소금(Sajo, Seoul, Korea)은 시판품을 구입하여 사용하였다.

아로니아 양갱 제조

양갱제조는 여러 차례 예비실험을 거쳐 Table 1과 같은 배합비로 제조하였다. 대조군은 아로니아즙을 첨가하지 않고 제조한 것으로 하였고, 실험군은 아로니아즙의 첨가량을 달리하여 양갱을 제조한 것으로 하였다. 물과 아로니아즙을 잘 혼합한 후 분말한천, 설탕, 소금이 잘 섞이도록 나무주걱으로 저어주면서 5분 동안 중불에서 가열하였다. 불을 끄고 나서 팥앙금을 넣고 앙금이 뭉치지 않고 잘 풀어지도록 교반한 후 약한 불에서 다시 10분 동안 끓여주었다. 제조된 양갱은 직사각형 틀(15×15×7 cm)에 넣고 실온에서 방치하면서 식히고 수분이 증발되지 않도록 뚜껑을 닫아 냉장조건에서 4시간 동안 굳힌 후 시료로 사용하였다.

수분 함량 측정

양갱의 수분 함량은 AOAC 방법(19)으로 105°C 상압가열건조법에 따라 정량하였다.

pH, 산도 및 당도 측정

pH 측정은 3 g의 양갱에 10배의 증류수를 넣고 교반한

다음 이를 시료로 하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였다.

산도는 AOAC 방법(20)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.

당도는 시료를 증류수로 5배 희석하여 균질화 하고 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 당도계(PR-201a Brix 0~32%, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

색도 측정

양갱의 색도측정은 색차계(chrome meter, CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 표시하였다. 각 시료당 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었으며, 이때 표준백색판의 L, a, b 값은 각각 97.10, +0.24, +1.75이었다.

조직감 측정

양갱의 기계적 물성 측정은 texture analyzer(CT3 10K, Brookfield Engineering Labs., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 texture profile analysis(TPA)로 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 각각 측정하였다. 측정조건은 probe, TA25/1000; test type, TPA; target type, % deformation; target value, 60%; trigger load, 6 g; test speed, 0.50 mm/sec; sample height, 25 mm; sample width, 25 mm; sample length, 25 mm이었다.

총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색으로 발색되는 원리를 이용한 Folin-Denis 방법에 따라 분석하였다(21). 양갱 추출물(1 mg/mL) 0.5 mL에 Folin 시액 0.5 mL를 혼합한 뒤 3분간 실온에서 반응시킨 후 2% Na₃CO₃ 1.5 mL를 첨가한 뒤 2시간 동안 암소에서 반응시킨 후, 760 nm에서 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd., San Jose, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 시료에 함유된 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(6.25~100 µg/mL)의 표준곡선을 통하여 시료 g당 gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 분석

양갱 추출물(1 mg/mL) 1 mL에 2% aluminium chloride methanolic solution 1 mL를 혼합한 뒤 15분간 실온에서 반응시킨 후 430 nm에서 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd.)를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

Table 1. Formular for yanggaeng with different levels of aronia juice (AJ) (g)

	Control	AJ 50	AJ 100	AJ 150
Red bean angkeum	300	300	300	300
Water	300	250	200	150
Aronia juice	0	50	100	150
Sugar	90	90	90	90
Agar	9.85	9.85	9.85	9.85
Salt	0.15	0.15	0.15	0.15

시료에 함유된 총 플라보노이드 함량은 quercetin(6.25~100 µg/mL)의 표준곡선을 통하여 시료 g당 quercetin equivalent(QE)로 나타내었다.

총 안토시아닌 함량 분석

총 안토시아닌 함량은 Giusti와 Wrolstad의 방법(22)에 의해 분석하였다. 동결건조한 시료 0.1 g에 0.1% formic acid를 함유한 methanol 5 mL를 넣어 20분간 sonication을 하여 상층액을 따로 모았다. 이 과정을 3회 더 반복하였다. 상층액을 40°C에서 rotary evaporator(EYELA N-1200A, EYELA Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 농축한 후 추출용매를 이용하여 적절한 농도로 희석하였다. 시료 100 µL에 pH 1 완충용액 1,900 µL와 pH 4.5 완충용액 1,900 µL를 각각 첨가하여 vortexing 한 후, 520 nm와 700 nm에서 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd.)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 아래 식에 의해 총 안토시아닌 함량을 계산하였다.

$$\text{총 안토시아닌 함량(mg/100 g)} = (A \times 449.2 \times DF \times 12 \times 500) \div (26,900 \times 1)$$

A: (OD 520 nm - OD 700 nm) of pH 1.0 - (OD 520 nm - OD 700 nm) of pH 4.5

449.2: cyanidin-3-glucoside의 1 mol당 분자량 (g)

DF: 희석배수=20

12: 총 부피

500: 시료 100 g당으로 환산하기 위하여 12 mL 추출액의 시료 무게인 0.2 g으로 나눈 값

26,900: cyanidin-3-glucoside의 molar absorbtivity

항산화활성 측정

DPPH 라디칼에 대한 전자공여능 측정: 양갱 추출물의 전자공여능을 DPPH assay로 측정하였다(23). 96-well plate에 농도별 추출물 100 µL와 0.2 mM DPPH(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 용액 100 µL를 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd.)를 사용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 DPPH 라디칼에 대한 전자공여능은 아래 식에 측정된 흡광도 값을 대입하여 산출하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무 첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

ABTS 라디칼에 대한 전자공여능 측정: 양갱 추출물의 전자공여능을 ABTS assay로 측정하였다(24). 96-well plate에 농도별 추출물 100 µL와 0.2 mM ABTS(Sigma-Aldrich Co.) 용액 100 µL를 첨가한 후 37°C에서 30분간 반응시킨 다음 microplate reader(Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd.)를 사용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼에 대한 전자공여능은 아래 식에 측정된 흡광도 값을 대입하여 산출하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료 무 첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

관능검사

아로니아즙 첨가수준에 따른 양갱의 관능검사는 영양조리과학을 전공하는 훈련된 대학생 패널 15명을 대상으로 시료의 관능적인 특성에 대하여 평가하도록 하였다. 평가시 사용한 척도는 9점 기호 척도를 이용하였으며, 특성이 좋을수록 높은 점수를 기록하는 방법으로 하였다. 검사항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall quality)로 하였다.

통계 분석

모든 결과는 3회 반복실험에 대한 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었다. 실험 결과에 대한 통계 처리는 SPSS software package(Version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었고, 각 처리군 간의 유의성에 대한 검증은 ANOVA를 이용하여 유의성을 확인한 후, $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

수분 함량 측정

아로니아즙의 양을 달리하여 제조한 양갱들의 수분함량 측정 결과는 Table 2와 같다. 아로니아즙을 첨가하지 않은 양갱의 수분함량은 31.6%이었고 아로니아즙을 첨가한 양갱은 즙의 첨가량에 따라 29.5~31.2%의 수분함량을 나타냈으나 통계적으로 유의성이 있는 결과는 아니었다. 선행연구(16,17)에서 배즙, 배건조 분말 및 숙지황을 첨가하여 제조한 양갱 수분함량은 27.9~43.6%로 본 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다.

pH, 산도 및 당도 측정

아로니아즙 첨가 양갱의 pH와 산도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 아로니아즙 자체의 pH는 4.02로 나타났으며, 아로니아즙 무첨가 대조군의 pH는 6.9이었다. 이는 기능성 물질을 첨가하지 않고 제조한 일반적인 양갱의 pH가 6.67~6.71로 보고된 선행연구(13-16,18)와 유사하였다. 아로니아즙 첨가량이 증가할수록 pH는 6.0~5.2로 낮아지는 경향을 보였다. 아로니아즙 자체의 산도는 5.21%이었고, 아로니아즙을 첨가하지 않은 대조군 양갱의 산도는 0.1%였

Table 2. Proximate content of yanggaeng added different amount of aronia juice (AJ)

Sample	Control	AJ 50	AJ 100	AJ 150
Moisture (%)	31.6±0.7 ^{NS}	29.5±0.7	31.2±0.8	31.0±0.3

^{NS}Not significant.

Table 3. Values of pH, acidity and sugar contents of yanggaeng added different amount of aronia juice (AJ)

Sample	pH	Acidity (%)	Sugar contents (°Brix)
Control	6.9±0.1 ^a	0.1±0.0 ^c	5.2±0.0 ^b
AJ 50	6.0±0.1 ^b	0.2±0.0 ^{bc}	5.3±0.0 ^{ab}
AJ 100	5.5±0.0 ^{bc}	0.3±0.0 ^b	5.5±0.0 ^a
AJ 150	5.2±0.0 ^c	0.5±0.0 ^a	5.6±0.0 ^a

^{a-c}Values with the different superscripts within the same column are significantly different at $P<0.05$.

Table 4. Hunter's color values of yanggaeng added different amount of aronia juice (AJ)

Sample	L	a	b
Control	20.4±0.3 ^a	2.6±0.1 ^b	2.6±0.1 ^a
AJ 50	19.6±0.4 ^{ab}	2.8±0.1 ^{ab}	1.7±0.1 ^b
AJ 100	19.2±0.7 ^{ab}	3.0±0.1 ^{ab}	1.3±0.1 ^{bc}
AJ 150	19.0±0.2 ^b	3.2±0.1 ^a	1.1±0.1 ^c

^{a-c}Values with the different superscripts within the same column are significantly different at $P<0.05$.

다. 아로니아즙 첨가량이 증가함에 따라 산도가 0.2~0.5% 까지 높아졌다.

아로니아에는 chlorogenic acid, neochlorogenic acid 등이 풍부한 것으로 알려져 있고(8), 이들에 의해 pH가 감소하고 산도가 증가한 것으로 사료된다.

아로니아즙의 양을 달리하여 제조한 양갱의 당도 측정 결과는 Table 3과 같다. 아로니아즙 무첨가군의 당도는 5.2°Brix를 나타냈고, 아로니아즙의 첨가량이 증가할수록 당도도 증가하는 경향을 보였다. 아로니아 즙의 자체의 당도는 14.1°Brix였으며, 아로니아즙 함량이 증가함에 따라 양갱의 당도는 각각 5.3, 5.5 및 5.6°Brix까지 증가하였다.

아로니아에 함유된 당에 의한 것으로 양갱 제조 시 첨가하는 물을 아로니아즙으로 대신하였기 때문에 아로니아즙 첨가량이 증가함에 따라 당도가 증가한 것으로 사료된다.

색도 측정

아로니아즙의 양을 달리하여 제조한 양갱의 색도 측정 결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는 L값은 아로니아를 첨가하지 않은 대조구가 20.4로 가장 높게 나타났으며, 아로니아즙의 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 AJ 150에서는 19.0으로 가장 낮게 나타났다($P<0.05$). 아로니아즙의 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하는 것은

아로니아에 함유되어 있는 안토시아닌 색소에 의한 것으로 사료된다. 적색도를 나타내는 a값은 아로니아즙을 첨가하지 않은 양갱에서는 2.6의 값을 나타냈다. AJ 50과 AJ 100에서는 각각 2.8, 3.0의 값으로 무첨가군에 비해 유의적인 증가를 보였다. AJ 150에서는 3.2로 유의적으로 가장 진한 붉은색을 나타냈다($P<0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 아로니아즙 무첨가 양갱에서는 2.6으로 가장 높았고, 아로니아즙 첨가량이 증가함에 따라 낮은 수치를 나타냈다. 이는 아로니아에 함유된 안토시아닌에 의한 것으로 아로니아 첨가량에 비례하여 양갱색이 점점 짙은 자주색으로 변화된 결과로 사료된다.

선형연구(13,15)에서도 안토시아닌 함량이 풍부한 자색 고구마와 오디시럽을 첨가하여 제조한 양갱의 경우, 이들 성분의 첨가량이 증가할수록 명도(L)와 황색도(b)가 통계적으로 유의성 있게 감소하고 적색도(a)는 증가하는 것을 확인하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

조직감 측정

아로니아즙으로 제조한 양갱의 물성 측정 결과는 Table 5와 같다. 아로니아즙 무첨가 양갱에 비해 아로니아즙 첨가량이 증가함에 따라 경도도 증가하였다. 아로니아즙 첨가량을 달리하여 제조한 AJ 50, AJ 100 및 AJ 150에서 경도는 0.30~0.48까지 증가하였다. 응집성의 경우 AJ 50에서 가장 높게 나타났으나, 대조군과 각 첨가군에서 나타낸 수치는 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 아로니아즙의 첨가량은 양갱의 응집성에 큰 영향이 없음을 알 수 있었다. 탄력성은 대조군에 비해 아로니아즙 첨가군에서 증가하였으나, 아로니아즙 첨가량에 따른 차이는 관찰되지 않았다. 씹힘성은 AJ 100에서 가장 높은 값을 나타냈으나 아로니아즙 함량이 가장 높은 AJ 150에서는 대조군과 비슷한 수치를 보였다.

배즙을 첨가하여 제조한 양갱에서도 배즙의 함량이 증가할수록 대조군에 비해 경도, 응집성, 탄력성 등의 기계적 물성이 증가하는 것으로 나타났(17). 이는 배에 함유되어 있는 fructose, glucose, sucrose와 같은 당이 가열에 의해 겔화되어 경도와 응집성을 증가시키기 때문으로 사료된다(17).

총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량 분석

아로니아즙 첨가 양갱의 폴리페놀, 플라보노이드 및 안토시아닌 함량 분석결과는 Table 6과 같다. 양갱의 총 폴리페놀 함량(mg gallic acid/g 기준)은 대조구의 경우 37.0 mg

Table 5. Texture of yanggaeng added different amount of aronia juice (AJ)

	Control	AJ 50	AJ 100	AJ 150
Hardness (kg)	0.19±0.02 ^d	0.30±0.09 ^c	0.31±0.07 ^b	0.48±0.0 ^a
Cohesiveness (-)	0.10±0.01 ^a	0.11±0.01 ^a	0.10±0.01 ^a	0.10±0.00 ^a
Springiness (mm)	0.35±0.23 ^b	0.41±0.08 ^a	0.44±0.24 ^a	0.41±0.07 ^a
Chewiness (J)	0.01±0.00 ^a	0.01±0.01 ^a	0.02±0.02	0.01±0.00 ^a

^{a-d}Values with the different superscripts within the same column are significantly different at $P<0.05$.

Table 6. Total polyphenol, flavonoid and anthocyanin contents of yanggaeng extract

Sample	Total polyphenol (mg GAE ¹⁾ /g)	Total flavonoid (mg QE ²⁾ /g)	Total anthocyanin (mg C3G ³⁾ /100 g)
Control	37.0±0.3 ^d	15.7±0.4 ^d	0.3±0.0 ^d
AJ ⁴⁾ 50	63.6±0.7 ^c	25.4±0.5 ^c	0.6±0.1 ^c
AJ 100	107.0±1.4 ^b	45.3±0.9 ^b	1.1±0.1 ^b
AJ 150	128.8±1.8 ^a	54.8±0.5 ^a	1.4±0.0 ^a

^{a-d}Values with the different superscripts within the same column are significantly different at $P<0.05$.

¹⁾GAE: gallic acid equivalent.

²⁾QE: quercetin equivalent.

³⁾C3G: cyanidin-3-glucoside equivalent.

⁴⁾AJ: aronia juice.

이었으나, 아로니아즙의 첨가량에 비례하여 증가하였다. 즉 양갱의 총 폴리페놀 함량은 AJ 50, AJ 100 및 AJ 150에서 각각 63.6 mg, 107.0 mg 및 128.8 mg으로 이는 대조군에 비해 1.7~3.5배까지 증가한 수치였다. 양갱의 총 플라보노이드 함량은 quercetin을 기준으로 중량 1 g당 대조군이 15.7 mg이었으나 아로니아즙을 첨가한 양갱에서는 25.4~54.8 mg으로 증가하였다. 양갱의 총 안토시아닌 함량도 아로니아즙의 첨가에 따라 1.9배~4.7배까지 증가하였다. 이는 아로니아에 함유되어 있는 neochlorogenic acid, chlorogenic acid, quercetin-3-rutinoside, quercetin, cyanidin-3-galactoside, cyanidin-3-glucoside, cyanidin-3-arabinoside, cyanidin-3-xyloside 등의 안토시아닌 함량에 의한 것으로 사료된다(4,5,7-9).

항산화활성 측정

아로니아즙 함유 양갱의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 Fig. 1에 나타내었다. DPPH radical 소거활성은 대조군에서 16.6%로 가장 낮았고, AJ 50과 AJ 100에서 각각 30.7%와 45.0%를 나타내었으며, AJ 150에서는 47.2%로 가장 높은 DPPH radical 소거활성을 나타냈다. ABTS radical 소거활성도 DPPH radical 소거활성과 유사한 결과를 나타냈다. ABTS radical 소거활성은 대조군이 9.5%로 가장 낮은 값을 나타내었고, AJ 50과 AJ 100이 각각 18.3%와 30.9%를 나타내었으며, 아로니아즙 함량이 가장 높은 AJ 150이 33.8%를 나타내었다.

DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 아로니아즙의 함량이 증가할수록 높은 것으로 확인되었다. 이는 아로니아즙에 함유된 폴리페놀, 플라보노이드, 안토시아닌 등과 같은 항산화물질들에 의한 것으로 사료된다. 아로니아에 함유된 안토시아닌, 폴리페놀, 플라보노이드 등과 같은 각종 생리활성 물질들에 의해 다양한 건강 가능성이 보고되고 있다. 아로니아는 항산화, 염증억제, 암 예방, 혈압 강하, 위장관 보호 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(25-28).

양갱 제조 시 기능성 물질을 첨가하면 생리활성 성분이 증가하고 이로 인하여 항산화활성이 높아질 수 있다. Seo와

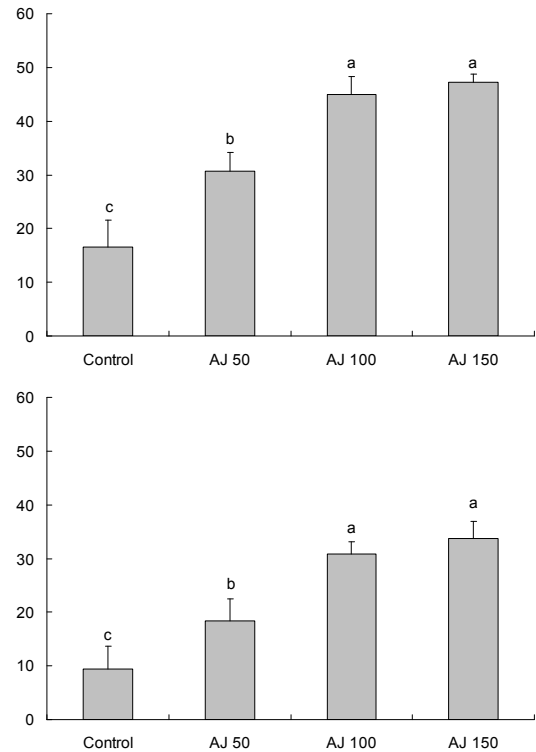


Fig. 1. DPPH and ABTS radical scavenging activity of yanggaeng added different amount of aronia juice (AJ). Bars with different letters (a-c) are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Lee(18)는 흑임자 분말 3~12%를 첨가하여 제조한 양갱은 대조군에 비해 총 폴리페놀 함량의 증가 및 DPPH radical 소거 활성이 5.41~13.83% 증가하는 것을 확인하였다. Kim (15)의 연구에 의하면 오디시럽을 15%와 20% 첨가하여 제조한 양갱은 대조군에 비해 DPPH radical 소거활성이 각각 17배, 20.1배까지 증가하였고, 오디시럽을 첨가량이 5%에서 20%로 증가함에 따라 DPPH radical 소거를 위한 IC₅₀ 값이 2.9 mg/mL에서 0.5 mg/mL로 유의적으로 감소하는 것을 관찰하였다. 또한 오디시럽의 첨가량이 15% 이하에서는 오디시럽의 첨가량에 비례하여 양갱의 항산화활성이 증가하였으나 오디시럽이 15% 이상에서는 양갱의 항산화활성이 증가하지 않는 것을 확인하였다. 이를 통해 양갱에 첨가하는 오디시럽 함량이 일정 수준 이상 증가하면 항산화활성이 더 이상 증가하지 않는 것을 알 수 있었다(15).

관능검사

아로니아즙을 첨가하여 양갱을 제조하고 색, 맛, 질감, 향미, 전반적인 만족도에 대한 관능검사 결과는 Table 7과 같다. 색에 대한 선호도 측정 결과, 대조군에 비해 아로니아즙의 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타냈다. AJ 50과 AJ 100에서 9점 만족도를 기준으로 각각 6.5 및 6.8을 보인 반면, AJ 150에서는 가장 높은 수치인 7.0을 나타냈다. 이는 아로니아의 고유 색소인 진한 자주색이 양갱의 색깔에 긍정

Table 7. Sensory intensity results of yanggaeng added different amount of aronia juice (AJ)

	Control	AJ 50	AJ 100	AJ 150
Color	6.5±0.5 ^b	6.5±0.5 ^b	6.8±0.5 ^{ab}	7.0±0.6 ^a
Taste	4.7±0.2 ^b	6.5±0.3 ^a	6.6±0.3 ^a	4.8±0.3 ^b
Texture	4.8±0.3 ^d	5.1±0.3 ^c	7.1±0.4 ^a	6.5±0.5 ^b
Flavor	5.4±0.3 ^b	5.6±0.2 ^{ab}	6.0±0.3 ^a	6.1±0.3 ^a
Overall acceptance	4.8±0.3 ^b	6.3±0.3 ^a	6.9±0.3 ^a	5.4±0.3 ^{ab}

^{a-d}Values with the different superscripts within the same row are significantly different at $P<0.05$.

적인 영향을 주어 선호도가 높게 나타난 것으로 판단된다. 맛의 경우는 AJ 50과 AJ 100에서는 대조군에 비해 높은 값을 보였으나 AJ 150에서는 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P<0.05$). 질감의 경우는 대조군과 각 첨가군에서 유의적인 차이를 보였으며, AJ 100이 7.1로 가장 높은 점수를 나타냈다.

향미는 대조군에 비해 아로니아즙 첨가량이 증가할수록 높아지는 것을 관찰하였으나 AJ 100과 AJ 150에서는 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 전반적인 만족도는 대조군과 각 첨가군에서 유의적인 차이를 보였으며, AJ 100에서 6.9점으로 가장 높은 점수를 얻었다. AJ 150에서는 색, 맛, 질감, 향미 및 전반적인 만족도가 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 아로니아 양갱 제조시 최적조건으로 AJ 100이 색, 맛, 질감, 향기 및 전반적인 만족도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 아로니아즙을 첨가한 양갱을 제조하여 이화학적 제품특성 및 항산화 활성을 분석하였다. 아로니아즙 첨가 양갱의 수분함량은 29.5~31.2%로 대조군과 차이를 나타내지 않았다. 아로니아즙 첨가량이 증가할수록 양갱의 pH는 6.0~5.2로 낮아지는 경향을 보이고 산도는 0.2~0.5%로 증가하였다. 양갱의 당도는 아로니아즙의 첨가량이 증가할수록 5.3~5.6°Brix까지 증가하였으며 대조군과 첨가군 사이에 유의적인 차이를 보였다. 양갱의 색도 측정에서 명도(L)와 황색도(b)는 아로니아즙 첨가량이 증가함에 따라 감소한 반면에 적색도(a)는 증가하였다. 조직감 측정에서는 아로니아즙 함량이 증가함에 따라 대조군에 비해 경도가 1.6배~2.6배까지 증가하다. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 안토시아닌 함량은 아로니아즙 첨가량에 비례하여 증가하였고 대조군 및 각 실험군에서 통계적으로 유의성 있는 증가를 나타냈다. DPPH와 ABTS radical 소거능 측정 결과 모든 첨가군이 대조군에 비해 radical 소거활성이 높게 나타나 아로니아즙 첨가량이 증가할수록 항산화활성도 증가하는 것으로 보인다. 관능검사에서도 맛, 색, 질감 및 전반적인 기호도 평가에서 AJ 100이 가장 높은 점수를 받았다. 이상

의 결과를 통하여 아로니아는 새로운 항산화 활성이 우수한 기능성 소재이며 아로니아즙을 첨가하여 기능성 양갱을 제조할 때 첨가하는 아로니아즙의 양은 AJ 100이 가장 적당할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 농림수산식품부 고부가가치식품기술 개발사업(과제번호 112078-3)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Wu X, Gu L, Prior RL, McKay S. 2004. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 52: 7846-7856.
2. Sueiro L, Yousef GG, Seigler D, De Mejia EG, Grace MH, Lila MA. 2006. Chemopreventive potential of flavonoid extracts from plantation-bred and wild *Aronia melanocarpa* (black chokeberry) fruits. *J Food Sci* 71: C480-C488.
3. Jeppsson N, Johansson R. 2000. Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *J Hortic Sci Biotechnol* 73: 340-345.
4. Oszmianski J, Sapis JC. 1988. Anthocyanins in fruits of *Aronia melanocarpa* (chokeberry). *J Food Sci* 53: 1241-1242.
5. Strigl AW, Leitner E, Pfannhauser W. 1995. Qualitative and quantitative analysis of the anthocyanins in black chokeberries (*Aronia melanocarpa* Michx Eil.) by TLC, HPLC, and UV/VIS-spectrometry. *Zeitschrift fuer Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung* 201: 266-268.
6. Bridle P, Timberlake CF. 1997. Anthocyanins as natural food colours - selected aspects. *Food Chem* 58: 103-109.
7. Slimstad R, Torskangerpoll K, Nateland HS, Johannessen T, Giske NH. 2005. Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. *J Food Compos Anal* 18: 61-68.
8. Jakobek L, Drenjančević M, Jukić V, Šeruga M. 2012. Phenolic acids, flavonols, anthocyanins and antiradical activity of "Nero", "Viking", "Galicianka" and wild chokeberries. *Sci Hortic* 147: 56-63.
9. Gironés-Vilaplana A, Valentão P, Andrade PB, Ferreres F, Moreno DA, Garcia-Viguera C. 2012. Phytochemical profile of a blend of black chokeberry and lemon juice with cholinesterase inhibitory effect and antioxidant potential. *Food Chem* 134: 2090-2096.
10. Valcheva-Kuzmanova SV, Belcheva A. 2006. Current knowledge of *Aronia melanocarpa* as a medicinal plant. *Folia Med (Plovdiv)* 48: 11-17.
11. Kulling SE, Rawel HM. 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) - A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med* 74: 1625-1634.
12. Jeon SW, Hong CO, Kim DS. 2005. Quality characteristics and storage stability of yanggaengs added with natural coloring ingredients. *J Res Institute Eng & Technol* 12: 19-34.
13. Lee SM, Choi YJ. 2009. Quality characteristics of yanggeng by the addition of purple sweet potato. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 769-775.
14. Pyo S, Joo N. 2011. Optimization of Yanggaeng processing prepared with mulberry juice. *Korean J Food Culture* 26: 283-294.

15. Kim AJ. 2012. Quality characteristics of yanggeng prepared with different concentrations of mulberry fruit syrup. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 62-67.
16. Oh HL, Ahn MH, Kim NY, Song JE, Lee SY, Song RM, Park JY, Kim MR. 2012. Quality characteristics and antioxidant activities of yanggeng with added *Rehmanniae radix* preparata concentrate. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 1-8.
17. Park YO, Choi 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: 692-699.
18. Seo HM, Lee JH. 2013. Physicochemical and antioxidant properties of yanggaeng incorporated with black sesame powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 143-147.
19. Choi IK, Lee JH. 2013. Quality characteristics of yanggeng incorporated with mugwort powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 313-317.
20. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Ch. 3, p 1-26.
21. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method Enzymol* 299: 152-178.
22. Giusti MM, Wrolstad RE. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. In *Handbook of Food Analytical Chemistry*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA. p 19-31.
23. Cheung LM, Cheung PCK, Ooi VEC. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chem* 81: 249-255.
24. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
25. Gasiorowski K, Szyba K, Brokos B, Kołaczyńska B, Jankowiak-Włodarczyk M, Oszmiański J. 1997. Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits. *Cancer Lett* 119: 37-46.
26. Matsumoto M, Hara H, Chiji H, Kasai T. 2004. Gastroprotective effect of red pigments in black chokeberry fruit (*Aronia melanocarpa* Elliot) on acute gastric hemorrhagic lesions in rats. *J Agric Food Chem* 52: 2226-2229.
27. Bermúdez-Soto MJ, Larrosa M, García-Cantalejo J, Espín JC, Tomás-Barberán FA, García-Conesa MT. 2007. Transcriptional changes in human Caco-2 colon cancer cells following exposure to a recurrent non-toxic dose of polyphenol-rich chokeberry juice. *Genes Nutr* 2: 111-113.
28. Hellström JK, Shikov AN, Makarova MN, Pihlanto AM, Pozharitskaya ON, Ryhänen EL, Kivijärvi P, Makarov VG, Mattila PH. 2010. Blood pressure-lowering properties of chokeberry (*Aronia mitchurinii*, var Viking). *J Funct Foods* 2: 163-169.