

Quality characteristics and antioxidant activities of aronia jams added with apple

Seong-Hoon Park, Jae-Ho Park, Jae-Gwan Noh, Hyunman Shin, Sung-Hee Lee, Youngho Kim, Hyun-Ju Eom*

Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

사과를 첨가한 아로니아 혼합잼의 품질특성 및 항산화활성

박성훈 · 박재호 · 노재관 · 신현만 · 이성희 · 김영호 · 엄현주*

충북농업기술원

Abstract

The objective of this study was to investigate the quality characteristics and antioxidant activities of aronia jam prepared with different content of mashed apple. To analyze the quality characteristics pH, texture, color, antioxidant activity, total polyphenol content, and sensory property were investigated. As aronia amounts decreased, the pH of aronia jam level increased from 3.97 to 4.40, while its total acidity decreased from 0.39 to 0.27. In color, the L-, a-, and b- values increased with decreases in aronia contents when compared with 100% aronia jam. Texture evaluation revealed that the hardness, springiness, gumminess, and chewiness of 100% aronia jam were markedly higher than those of the control and other samples ($p < 0.05$). As the aronia content decreased, both the antioxidant activity and total polyphenol content significantly decreased ($p < 0.05$) and the total anthocyanin content gradually decreased. In the sensory evaluation, the jams containing 50% and 70% aronia showed higher values than those of other samples in overall acceptability. Taken together, aronia jam with 30% apple could be the best in order to meet the taste and functional requirements for consumers.

Key words : aronia, jam, anthocyanin, quality characteristics, antioxidant effect

서 론

최근 들어 베리류의 작은 과일들이 다양한 기능성으로 인해 세계인의 사랑을 받고 있다. 특히, 블루베리는 대표적인 베리류의 열매로써 다량의 anthocyanin과 flavonoid가 함유되어 항산화능이 뛰어나고, 면역시스템을 증진시키는 등의 많은 연구들이 진행되어왔다(1,2). 아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 검은 자색을 갖는 열매로서, 토양 적응성이 좋고, 강력한 항산화활성으로 인해 최근 신수요 과수로 급부상하고 있다. 아로니아에 대한 연구로는 주름개선

(3)과 심혈관 질환을 예방하고, 항당뇨(4), 항염증(5) 효과 및 각종 질병을 일으키는 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)에 의한 산화적 손상을 막아주는 효능 등 다양한 기능을 가진 것으로 알려져 있다.

잼은 과일류 또는 채소류를 당류 등과 함께 젤리화 또는 시럽화한 것'이라고 식품공전 상에 정리되어 있으며(6), 잼을 완성하기 위해서는 펙틴 1~1.5%, 산 0.3~0.5%, 당 60~65% 일 때 젤리화가 성립된다(7). 최근 식빵 소비의 증가로 다양한 원료를 이용한 기능성 잼이 개발되고 있으며, 대중화된 딸기나 사과잼 이외에 흑마늘(8), 복분자(9), 무화과(10) 등을 재료로 하여 만들거나, 원료에 다양한 첨가물을 넣어 만든 혼합잼으로는 해당화 열매를 첨가한 사과잼(11), 양파를 첨가한 딸기잼(12) 등 다양한 선행연구들이 진행되고 있다.

아로니아는 가지고 있는 많은 기능성에도 불구하고, 열매 자체의 탄닌 함량이 높아서 떫은맛이 강하여 생과로

*Corresponding author. E-mail : hyunjueom@korea.kr
Phone : 82-43-220-5693, Fax : 82-43-220-5679
Received 14 September 2015; Revised 15 December 2015;
Accepted 11 January 2016.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

식용하기에는 부적합하다. 그러나 앞에서 말한 아로니아의 효능이 입증되면서, 주스, 차, 와인의 재료로 쓰이기도 하고, 아로니아의 분말을 첨가한 설기떡(13), 식빵(14)이나 즙을 첨가한 양갱(15) 및 아로니아 생과를 첨가한 막걸리(16) 등의 기능성 가공품으로 제조한 뒤 품질특성을 분석한 연구와 최근 아로니아 잼 제조 시 설탕 대신 다른 당류를 첨가한 연구(17)가 진행되었지만, 보다 다양한 가공품 및 발효식품에 관한 연구가 아직까지는 부족한 실정이다.

아로니아 과실 총산은 0.5% 전후로 젤리화에 충분한 조건을 갖추었으나 펙틴함량은 0.3~0.6%로써 아로니아 자체로는 잼이 형성되기 어렵다(18). 사과와 같은 잼을 제조하기에 충분한 펙틴이 함유되어 있어 펙틴의 첨가가 없어도 탄력성 있는 젤리화가 가능한 재료이다(19,20). 따라서 아로니아의 부족한 펙틴성분을 사과로 보충하게 되면 젤리화에 도움을 주고 화합물의 첨가량을 최소화한 잼을 제조할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 아로니아를 이용하여 기능성 잼을 제조할 목적으로, 아로니아에 사과를 다양한 배합비로 첨가함으로써 잼 형성에 필요한 펙틴을 보충하여 인공화합물의 사용을 최소화한 혼합잼을 제조하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 만든 아로니아 혼합잼의 재료는 사과 (Chungju, Korea), 설탕(Baek seol, Incheon, Korea)을 사용하였고, 아로니아 생과는 충북 청주시 청원구 농가에서 재배된 것을 구입하였다. 본 실험에 사용된 아로니아의 pH는 약 3.9, 산도는 0.5%를 함유하고 있었다.

아로니아 혼합잼 제조

아로니아 혼합잼 재료의 혼합비는 Table 1과 같으며, 아로니아 생과의 비율을 기준으로 아로니아 함량이 100%인 것을 무첨가구로 설정하였고, 각 사과의 첨가량이 비율별 10%, 30%, 50%를 이용하여 제조한 것을 첨가구로 제조하였다. 아로니아를 이용하여 잼을 제조할 때 과실자체에 펙틴이 많이 부족하므로 최소량으로 일정량을 첨가해 주었고, 설탕 또한 사과 첨가구와 무첨가구 모두 동일하게 첨가하였다. 아로니아 생과는 절구를 이용하여 으깨주고, 사과는 껍질을 제거하고 분쇄기(MR5550MCA, Braun Co., Kronberg, Germany)를 이용하여 고르게 마쇄하였다. 아로니아 생과와 마쇄한 사과를 함께 넣고 강불에 약 3분간 끓여주다가 거품이 생기면 약불로 줄여주었다. 그 다음 펙틴을 첨가하여 녹여주고, 설탕을 약 2~3회로 나누어 첨가하면서 잘 저어주었다. 가열하는 동안 타지 않게 국자를 이용하여 계속 저어주었으며, 설탕을 모두 첨가한 후에 굴절당

도계(N-3E, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 당도가 65 °Brix가 되면 가열을 중단하고, 약 1분간 계속 저어주었다. 완성된 잼은 살균된 유리병에 담아 밀폐한 상태로 약 60~70 °C의 끓는물에 넣은 후 꺼내어 실온에서 방냉한 후 냉장 보관하였다.

Table 1. Ingredient composition of the aronia jams with various contents of mashed apple

Samples ¹⁾	Control	AR90	AR70	AR50
Aronia fruits (g)	900	810	630	450
Apple (g)	0	90	270	450
Sugar (g)	600	600	600	600
Pectin (g)	4	4	4	4

¹⁾Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

pH 와 총산도 측정

사과의 함량을 달리하여 제조한 아로니아 혼합잼의 pH 측정은 10 g의 잼과 90 mL의 증류수와 섞어 vortex mixer로 잘 교반해준 다음, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하고, 상등액을 취하여 pH meter(Docu-Ph⁺ meter, Sartorius AG, Göttingen, Germany)로 측정하였다. 산도는 AOAC(1995) 방법에 따라 원심분리한 상등액 20 mL에 pH meter 전극을 담고, 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH 양(mL)을 citric acid 함량으로 환산하여 나타내었다.

색도 측정

색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 잼 10 g을 petri-dish에 고르게 펴 담아서 3회 측정값의 평균값으로 나타내었다. 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 비교하였고, 표준백판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18 이었다.

아로니아 혼합잼의 조직감 측정

조직감은 texture analyser(TA-TX2i, Stable Micro System std. Surrey, UK)를 사용하여 시료당 5회 이상 측정하였다. 시료는 잼 30 g을 100 mL 비커에 담아 직경 25 mm인 cylindrical probe로 측정하였다. 조직감은 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gum-minness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였으며, 측정조건은 Force threshold 20 g, contact area 490.87 mm², pretest speed 1.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post test speed 1.0 mm/sec, strain deformation 50%, time 5.0 sec로 설정하였다.

총 폴리페놀 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법에 따라 분석하였다(21). 아로니아 혼합잼 3 g에 12 mL의 증류수를 가하여 40°C에서 5분간 sonication한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 얻은 후 아로니아 혼합잼 추출물로 사용하였다. 각 추출물 0.1 mL에 증류수 8.4 mL, 2 N Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL, 20% Na₂CO₃ 1 mL을 혼합하여 1시간 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 사용하여 검량선을 작성하였고, 추출물 중의 mg gallic acid equivalent (GAE, dry basis)로 나타내었다.

총 안토시아닌 함량 분석

총 안토시아닌 함량은 pH differential method를 이용하여 측정하였다(22). 0.1 g의 잼에 0.1% formic acid가 담긴 메탄올 5 mL과 혼합한 후 20분간 sonication 시켜주고 이를 총 3회 반복 실시한다. 얻어진 상층액을 filter paper (Advanced No.2, Toyo Roshi Kaisha Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 여과한 추출액을 사용하였다. 추출액 0.5 mL에 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0) 4.5 mL와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5) 4.5 mL를 각각 첨가한 후 반응액을 520 nm와 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 안토시아닌 함량은 아래의 식을 통해 나타내었다.

$$\text{Anthocyanin content (cyanidin-3-glucoside equivalents, mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l}$$

A(Absorbance) : (A_{520 nm}-A_{700 nm})pH1.0-(A_{520 nm}-A_{700 nm}) pH4.5

MW(Molecular weight of cyanidine-3-glucoside) : 449.2 g/mol

DF(dilution factor) : dilution ratio of sample

1000 : factor for conversion from g to mg

ε(cyanidin-3-glucoside molar absorptivity) : 26,900 L×mol⁻¹×cm⁻¹

l : pathlength in cm

DPPH 라디칼에 대한 전자공여능 측정

제조한 잼의 전자공여능을 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay로 측정하였다(23). 1 g의 잼에 에탄올로 40배 희석하고, 이를 10,000 rpm에서 10분간 원심분리하고, 상층액을 얻어 추출물로 사용하였다. 추출물 0.2 mL에 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하고 실온에서 10분간 방치 후 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여 효과는 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

ABTS 라디칼에 대한 전자공여능 측정

항산화 활성은 2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), radical 소거활성을 측정하였다(24). 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulphate을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수(ε=3.6×10⁴M⁻¹cm⁻¹)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 에탄올로 40배 희석한 잼 추출물 50 μL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. ABTS radical의 소거활성은 mg TE(Trolox equivalent antioxidant capacity)/g extract residue(ER)로 표현하였다.

관능평가

관능검사는 충청북도농업기술원에 재직 중인 직원 및 연구원을 대상으로 하였으며, 관능평가 항목은 색상, 향미, 빵 발림성, 단맛, 신맛, 전반적 기호도 총 6가지로, 1점에서 9점까지(1점; 대단히 싫다, 9점; 대단히 좋다) 9점 기호도 척도법으로 실시하였다.

통계 처리

모든 실험은 3회 이상 반복하였으며, Statistical Analysis System(8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하여 통계 분석하였고, 결과의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 시료 간 차이의 유무를 Duncan's multiple range test로 비교 분석하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

pH와 총산

아로니아와 사과를 혼합하여 제조한 4가지 잼의 pH와 총산도는 Table 2와 같다. 아로니아만 첨가한 잼의 경우 pH는 3.96이었고, 아로니아에 사과 10%, 30% 첨가구의 pH는 각각 4.05, 4.14였고, 50% 아로니아와 사과 50%를 첨가한 잼은 pH가 4.40으로 아로니아의 함량이 감소할수록 pH값이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 본 연구에서는 아로니아가 사과로 대체되어 아로니아의 함량이 줄어들수록 pH가 높아지는 변화를 보였는데, 이는 아로니아 분말을 첨가한 설기떡과 식빵, 아로니아 즙을 첨가한 양갱에서도 아로니아의 첨가량이 줄어들수록 pH값이 높아지는 경향을 보였으며(13-15), 같은 베리류인 딸기를 이용하여 제조한 딸기잼에서도 딸기의 첨가량이 줄어들수록 pH가 높아지는 결과를 나타내었으므로(25), pH의 변화는 베리류인 아로니아의 함량에 따라 달라진다는 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다.

아로니아와 사과의 혼합비율을 달리하여 만든 잼의 산도

는 사과 무첨가구, 즉 아로니아 100% 잼의 경우 0.39%로 첨가구들보다 높았고, 사과를 10%, 30% 그리고 50% 첨가한 잼의 산도는 각각 0.35, 0.29, 0.27%로 나타났다. 70% 아로니아와 30% 사과를 첨가한 잼과 아로니아와 사과를 반씩 첨가한 시험구는 유의적인 차이가 없었다. 즉, 산도는 아로니아가 사과로 대체될수록 산도가 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 선행연구에서 다양한 대체 당류를 첨가한 아로니아잼의 산도는 0.92~0.97%로(17) 본 실험의 비교했을 때 무첨가구의 산도보다 높았다. 이는 본 실험의 아로니아 혼합잼 제조과정에서 아로니아를 마쇄하지 않고 생과상태로 가공하였을 때 과일 내 유기산이 충분히 용출되지 않았고, 지역마다 아로니아의 재배조건이 다르기 때문에 산도가 낮게 나온 것으로 생각된다.

Table 2. pH and total acidity of the aronia jams with various contents of mashed apple

Samples ¹⁾	pH	Total acidity (%)
Control	3.97±0.02 ^{d)}	0.39±0.02 ^a
AR90	4.05±0.04 ^c	0.35±0.01 ^b
AR70	4.14±0.02 ^b	0.29±0.01 ^c
AR50	4.40±0.02 ^a	0.27±0.01 ^c

¹⁾Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

²⁾Means denoted with different superscript letter in the same column are significantly different ($p<0.05$).

색 도

사과를 첨가한 아로니아 혼합잼의 색도는 Table 3에 나타내었다. 명도인 L값은 아로니아 90%, 70%, 50%의 첨가구들의 값은 각각 3.02, 2.75, 3.29의 값을 나타내었는데, 무첨가구의 2.49와 비교했을 때 L값이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 이는 설기떡(13)과 식빵(14) 등에서 아로니아의 첨가량이 감소할수록 L값이 증가하는 연구결과와 동일한 경향을 보였다. 적색도인 a값은 사과가 없는 아로니아 100% 잼의 a 값과 비교하면 아로니아 첨가량이 줄어들수록 유의적으로 증가하는 값을 나타냈다. 이는 아

Table 3. Color of the aronia jams with various contents of mashed apple

Samples ¹⁾	Color values		
	L	a	b
Control	2.49±0.12 ^{c2)}	2.89±0.32 ^c	-0.23±0.05 ^c
AR90	3.02±0.15 ^{ab}	3.67±0.23 ^b	-0.28±0.06 ^c
AR70	2.75±0.25 ^{bc}	3.18±0.16 ^{bc}	-0.17±0.07 ^b
AR50	3.29±0.21 ^a	4.95±0.46 ^a	-0.02±0.03 ^a

¹⁾Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

²⁾Means denoted with different superscript letter in the same column are significantly different ($p<0.05$).

로니아에 포함되어 있는 자줏빛을 띠는 색소인 안토시아닌의 영향으로 생각되며, 아로니아의 첨가량이 증가할수록 L값과 a값이 낮아지며 어두운 검붉은 색을 나타내고, 첨가량이 감소할수록 점점 밝은 적색을 띤다. 황색도인 b값은 아로니아 함량이 감소할수록 -0.28, -0.17, -0.02로써 점점 증가하는 경향을 나타냈다. 아로니아즙을 첨가한 양갱(15)에서도 아로니아의 함량이 감소할수록 황색도가 증가하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 아로니아가 사과로 대체될수록 황색도가 증가하는데, 생강과 사과의 비율을 달리하여 만든 잼에서 사과의 함량이 많아질수록 a값과 b값이 높아지는 경향(26)을 보여 사과는 적색도와 황색도를 높이는데 기여하는 것으로 보인다.

조직감

아로니아 잼의 조직감은 Table 4에 나타내었다. 경도(hardness)는 515.6~1362.9 g/cm²의 범위를 나타냈으며, 그 중에서 사과 무첨가군이 가장 높았으며, 아로니아 70% 첨가구의 값이 가장 낮았으며 이들은 전체적으로 사과의 첨가량이 높아질수록 경도는 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 경도가 감소하는 경향은 잼으로 제조하였을 때 물성이 부드러워지는 경향을 나타내는 것으로 생각된다. 아로니아 첨가 양갱과 머핀을 만들었던 선행연구(15,27)에서도 아로니아의 첨가량이 감소할수록 경도가 낮아지므로 본 연구와 일치하는 경향을 나타냈다. 부착성(adhesiveness)은 무첨가군이 -235.36 g/sec 으로 -212.3796 g/sec인 50% 첨가구와 유의적인 차이가 없었으며, 다른 시료와도 경향성이 나타내지 않았다. 탄력성(springiness)과 응집성(cohesiveness)은 아로니아 70% 첨가한 잼을 제외하고는 큰 유의적인 차이는 없었다. 점성(gumminess)은 100% 아로니아 첨가구가 586 g/cm²으로 가장 높았으며, 아로니아가 사과로 대체될수록 전체적으로 감소하나 유의적인 차이는 크지 않았고($p>0.05$), 씹힘성(chewiness)은 무첨가구가 399.79 g으로 가장 높았고, 사과를 첨가할수록 전체적으로 값이 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 아로니아가 사과로 대체될수록 씹힘성이 감소하는데, 이는 잼을 제조하여 섭취할 때 삼키기에 최적의 상태까지 저작하는데 걸리는 시간과 에너지 등을 감소시킨다는 것을 알 수 있었다(11).

총 폴리페놀 함량

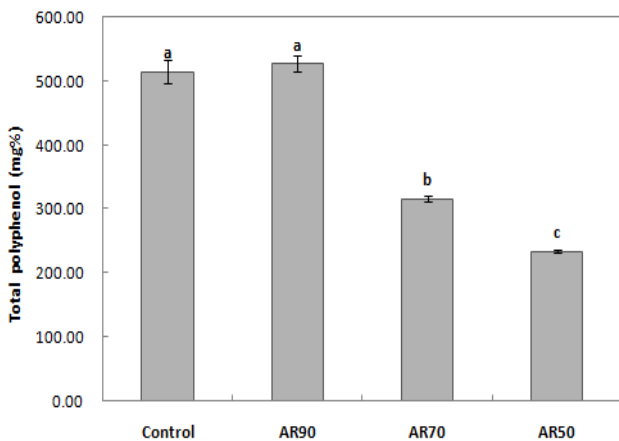
사과를 첨가한 아로니아 혼합잼의 총 폴리페놀 결과는 Fig. 1과 같다. 페놀기를 가진 화합물은 식물계에 분포되어 있는 물질 중 하나로, 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와 결합해 산화작용에 의하여 발생한 free radical 을 안정화시키는 작용으로 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가진다고 보고되어 있다(28). 사과 무첨가구, 즉 100% 아로니아 잼의 총 폴리페놀 함량은 514.85 mg%를 나타내었는데, 90% 아로니아 첨가구의

Table 4. Textural characteristics of the aronia jams with various contents of mashed apple

Samples ¹⁾	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g/s)	Springiness(%)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g/cm ²)	Chewiness (g)
Control	1362.9±213.2 ²⁾	-235.36±111.74 ^b	0.69±0.15 ^a	0.43±0.03 ^a	586.83±96.85 ^a	399.79±99.88 ^a
AR90	751.5±129.1 ^{bc}	-90.48±40.32 ^a	0.59±0.07 ^a	0.41±0.01 ^a	308.85±59.95 ^{ab}	185.83±57.56 ^b
AR70	515.6±209.6 ^c	-421.78±25.79 ^c	0.38±0.04 ^b	0.33±0.03 ^b	167.63±75.32 ^b	63.82±31.21 ^c
AR50	810.8±195.0 ^b	-212.38±94.07 ^b	0.64±0.10 ^a	0.40±0.02 ^a	319.32±73.40 ^{ab}	202.52±57.22 ^b

¹⁾Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

²⁾Means denoted with different superscript letter in the same column are significantly different (p<0.05).

**Fig. 1. Total polyphenol contents of the aronia jams with various contents of mashed apple.**

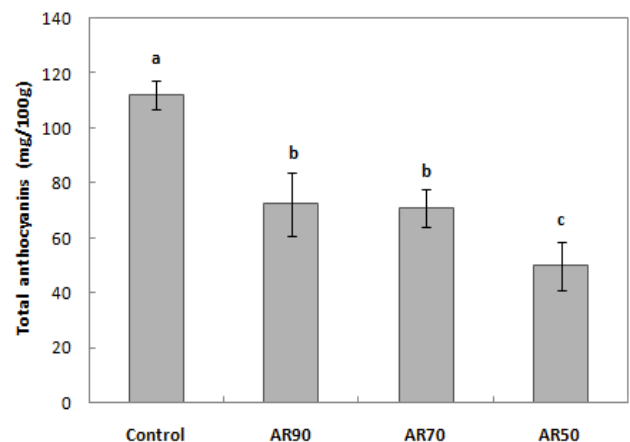
Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

527.10 mg%와 유의적인 차이가 없었고, 30%와 50% 첨가구는 각각 315.60, 234.02 mg%로 아로니아가 사과로 대체 될수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 이는 아로니아 즙을 첨가한 양갱(15)의 연구에 의하면 아로니아의 함량이 감소할수록 총 폴리페놀의 함량이 줄어드는 경향을 보여 본 연구의 결과와 일치하여 아로니아는 많은 양의 폴리페놀류 화합물을 가지고 있음을 알 수 있다.

총 안토시아닌 함량

아로니아 잼의 총 안토시아닌 함량은 Fig. 2와 같다. 안토시아닌은 베리류에 많이 존재하는 페놀화합물의 하나로써, 이는 pH와 열, 온도, 저장기간, 빛, 당 및 유기산에 영향을 받는다는 연구가 이미 진행되어 왔다(29). 아로니아는 다른 베리류보다 더 많은 안토시아닌을 가지며 대부분이 cyanidin-3-O-galactoside, 3-O-glucoside, 3-O-araboside와 같은 배당체 형태로 구성되어 있는데(30), 대표적인 안토시아닌 색소인 cyanidin-3-glucoside는 산화적 스트레스 감소와 연관되어 있다(31). 아로니아 잼에 함유되어 있는 총 안토시아닌 함량의 경우는 cyanidin-3-glucoside를 기준으로 중량 100 g당 무첨가구는 112.16 mg으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 아로니아 90%와 70% 첨가구들의 각각 총

안토시아닌 함량은 72.36, 70.86, 로 유의적인 차이는 없었고, 전체적으로 사과의 첨가량이 증가할수록 안토시아닌 값이 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). 제조방법을 달리한 딸기잼(32)에서 딸기의 안토시아닌 함량이 30.72 mg/100 g으로 가공된 아로니아잼은 딸기보다 더 많은 안토시아닌을 함유하고 있고, 선행연구(17)의 아로니아와 설탕을 첨가하여 만든 잼은 232.96 mg과 비교하였을 때 보다 안토시아닌의 함량이 적게 나왔는데, 아로니아의 품종 및 재배지역이 다르고, 아로니아를 완전히 마쇄하지 않고 일부만 으개서 사용하여 충분한 안토시아닌이 용출되지 않은 것이라 생각된다.

**Fig. 2. Total anthocyanins contents of the aronia jams with various mashed apple contents.**

Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

항산화 활성 측정

아로니아 잼을 에탄올로 40배 희석한 추출물의 항산화 활성을 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능으로 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. 먼저 DPPH radical 소거활성은 100% 아로니아 잼에서 76.12%로 높은 활성을 나타내었다. 90% 아로니아 첨가구는 78.79%로 100% 첨가구보다 조금 높은 활성을 가지고 있었지만 유의적으로 차이가 없었다(p<0.05). 30%와 50% 사과 첨가구는 57.43과 44.71%로 대조구보다

낮은 소거활성을 나타내었다. ABTS radical 소거 활성도 DPPH radical 소거 활성과 유사한 결과를 나타냈다. ABTS radical 소거 활성은 90% 아로니아 첨가구가 78.79%로 가장 높았지만, 100% 아로니아 첨가구의 76.12%와 유사한 값을 보였다. 70%와 50%는 각각 57.43%, 44.71%의 값을 가지면서, 사과 첨가량이 많을수록 항산화 활성이 감소하는 경향을 보였다.

이상의 결과를 통하여 아로니아가 사과로 대체될수록 아로니아의 비율이 적어지며 항산화활성은 감소하지만, 사과 50%를 첨가하여도 활성이 ABTS와 DPPH 모두 41~44%를 유지하여 많은 항산화활성이 유지되었다는 것을 알 수 있다. 다른 선행연구(17)에서 설탕과 아로니아로 제조한 잼을 에탄올로 40배 희석하여 ABTS와 DPPH 소거활성을 측정된 결과 각각 69.99%와 73.71%로 본 연구의 결과와 일치하여 아로니아 잼에는 높은 항산화활성 능력이 있는

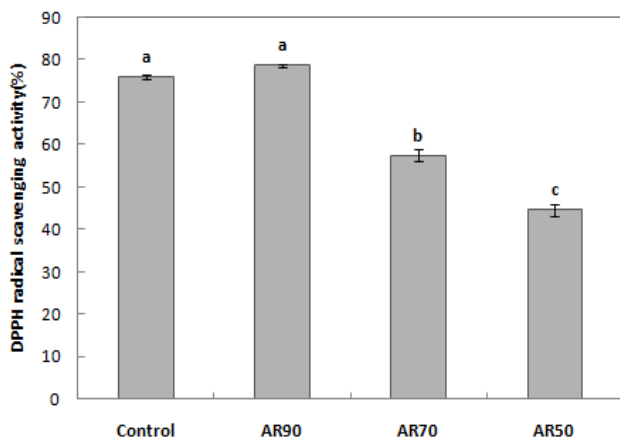


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of the aronia jams with various contents of mashed apple.

Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

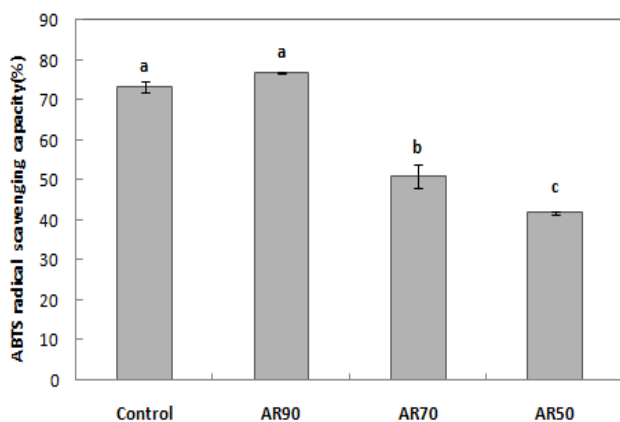


Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of the aronia jams with various contents of mashed apple.

Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam added 10% mashed apple; AR70, aronia jam added 30% mashed apple; AR50, aronia jam added 50% mashed apple.

것으로 생각된다. 올리고당 종류를 달리하여 제조한 블루 베리잼(33)과 제조방법을 달리하여 제조한 딸기잼(32)은 41.70~53.06%이고, 본 연구에서 사과가 30% 대체되어도 항산화능이 높은 것으로 나타났다. 이를 통해 베리류 열매 착즙액의 항산화 및 항균활성 연구에서는 아로니아 착즙액이 다른 베리류들의 착즙액과 비교하여 가장 높은 항산화능을 가진다는 연구를 확인할 수 있었다(34).

관능평가

아로니아와 사과의 혼합비율을 달리하여 제조한 잼의 관능검사 결과는 Table 5에 나타내었다. 평가 항목은 색, 향미, 빵 발림성, 단맛, 신맛, 전반적인 기호도에 대하여 평가하였다. 혼합잼의 색상은 아로니아 90%와 사과 10% 첨가구가 가장 높은 점수를 나타냈지만, 아로니아 70%, 50%와 유의적인 차이는 없었다. 반면에 사과 무첨가가 5.00점으로 가장 낮은 결과를 나타냈다. 향미는 모든 실험구에서 유의적인 차이가 없었고, 빵 발림성은 50% 아로니아 잼과 50% 사과 혼합잼의 경우 가장 높았으나 사과를 첨가한 실험구에서는 유의적인 차이가 없었고, 대조구가 가장 발림성이 좋지 않았다. 이는 사과를 첨가함으로써 아로니아에 부족한 펙틴이 충족되면서 점성이 증가하게 되며, 빵에 잼을 발랐을 때 가장 높은 선호도를 나타낸 것으로 예측된다. 단맛은 아로니아 70%와 사과 30% 첨가구가 6.62점으로 가장 높았고, 무첨가구가 5.25점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 아로니아가 사과로 대체될수록 단맛의 선호도가 높아지는 경향을 보였다. 신맛 또한 전 시료에서 유의적인 차이가 없었다. 마지막으로 전반적인 기호도는 사과 무첨가구, 즉 아로니아 100% 잼이 4.25점으로 가장 낮은 선호도를 나타내었으며, 아로니아 70%와 50% 첨가구가 가장 높은 전반적인 기호도를 나타냈다.

Table 5. Sensory evaluation of the aronia jams with various contents of mashed apple

Samples ¹⁾	Appearance			Taste		Overall acceptance
	Color	Flavor	Viscosity	Sweet	Sour	
Control	4.62±1.06 ²⁾	5.37±1.77 ^a	3.25±1.83 ^b	5.25±2.05 ^b	5.50±0.93 ^a	4.25±1.04 ^c
AR90	5.62±1.19 ^a	5.75±1.49 ^a	4.25±1.39 ^b	5.50±1.73 ^{ab}	5.62±0.92 ^a	5.00±1.43 ^b
AR70	5.50±0.93 ^a	5.62±1.69 ^a	5.50±1.67 ^a	6.62±0.92 ^a	5.75±1.16 ^a	6.87±0.99 ^a
AR50	5.00±1.41 ^a	5.87±2.03 ^a	5.87±1.36 ^a	6.50±1.2 ^{ab}	5.75±1.36 ^a	6.62±1.41 ^a

¹⁾Control, 100% aronia jam; AR90, aronia jam with 10% mashed apple; AR70, aronia jam with 30% mashed apple; AR50, aronia jam with 50% mashed apple.

²⁾Means denoted with different superscript letter in the same column are significantly different ($p < 0.05$).

요약

본 연구는 최근 항산화활성이 우수하다고 알려지면서

재배면적이 증가하고 있는 아로니아의 소비촉진을 위해 아로니아에 사과를 부재료로 첨가하여 떫은맛은 감소되고 기호도가 향상이 된 아로니아 혼합잼을 다양하게 제조한 후, 그 품질특성을 조사하고자 하였다. 100% 아로니아 잼을 비롯한 90%, 70%, 그리고 50% 아로니아 잼을 제조한 뒤 4가지 잼의 품질을 조사한 결과, 아로니아의 함량이 증가할수록 pH는 감소하였고, 총산은 증가하였다. 색도는 아로니아 함량이 감소할수록 명도는 증가하였고, 적색도와 황색도는 아로니아 함량이 감소하여도 큰 변화를 보이지 않았다. 조직감에서 견고성과 탄력성, 점성, 씹힘성은 아로니아 함량이 100%일 때 가장 높았다. 총 폴리페놀과 전자공여능은 아로니아의 함량이 줄어들수록 감소하는 경향을 보였다. 관능평가에서 색상과 향미, 신맛은 아로니아 함량이 증가하여도 유의적인 차이를 보이지 않았다. 빵 발림성과 단맛은 아로니아 함량이 감소할수록 증가하였다. 전반적인 기호도는 아로니아 함량이 70%일 때 가장 선호도가 높았다. 따라서 생리활성, 관능적인 면을 고려했을 때 70% 아로니아와 30% 사과를 첨가한 아로니아 혼합잼의 경우 현재 한정된 범위의 가공식품의 재료로 쓰이고 있는 아로니아의 이용성을 증진시킬 수 있을 것이라 기대된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(지역특화작목기술 개발사업, 과제번호: PJ01124003)의 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Jeong JM (2008) Antioxidative and antiallergic effect of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1109-1113
2. Moon HK, Lee SW, Kim JK (2013) Physicochemical and quality characteristics of the Korean and American blueberries. Korean J Food Preserv, 20, 524-531
3. Kim NY, Kim JH, Choi GP, Lee HY (2014) Comparison of anti-skin wrinkle activities of *Aronia melanocarpa* extracts by extraction methods. Korean J Medicinal Crop Sci, 22, 217-222
4. Jankowski A, Niedworok J, Jankowaka B (1999) The influence of *Aronia melanocarpa* Elliot on experimental diabetes in the rats, Herba Polonica, 45, 345-353
5. Yang H, Oh KH, Yoo YC (2015) Anti-inflammatory effect of hot water extract of aronia fruits in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. J Korean Soc Food Sci Nutr, 44, 7-13
6. Korean Food Standards Codex (2013) Food-specific standards and specifications. Ministry of Food and Drug Safety, p 5-4-1
7. Huh TY (2008) Food Science. Yuhansa, Seoul, p 224-225
8. Kim MH, Son CW, Kim MY, Kim MR (2008) Physicochemical sensory characteristics and antioxidant activities of jam prepared with black garlic. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 1632-1639
9. Jin TY, Heo SI, Lee WG, Lee IS, Wang MH (2008) Manufacturing characteristics and physicochemical component analysis of *Bokbunja* (*Rubus coreanus Miquel*) jam. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 48-52
10. Hou WN, Kim MH (1998) Processing of low sugar jams from fig pulp treated with pectinesterase. Korean J Food Sci Technol, 30, 125-131
11. Kim MH, Kim MH, Yun SJ, Lee BY, Lee CW, Kim BA, Jang KH, Lee JC, Surh JH (2010) Preparation and quality characterization of apple jam with *Rosa rugosa* Thunb. Fruit. Korean J Food Cook Sci, 26, 267-380
12. Kim MY, Chun SS (2001) Effect of onions on the quality characteristics of strawberry jam. Korean J Soc Food Cook Sci, 17, 316-322
13. Park EJ (2014) Quality characteristics of *Sulgidduk* added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. J East Asian Soc Dietary Life, 24, 646-653
14. Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ (2014) Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 273-280
15. Hwang ES, Lee YJ (2013) Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 1220-1226
16. Lee SA, Kim GW, Hwang ES, Shim JY (2014) Stability of anthocyanin pigment in aronia *Makgeolli*. Food Eng Prog, 18, 374-381
17. Hwang ES, Nhuan DT (2014) Quality characteristics and antioxidant activities of aronia jam replacing sucrose with different sugar substances. Korean J Food Nutr, 27, 888-896
18. Kulling SE, Rawel HM (2008) Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)-A review on the characteristic components and potential health effects. Planta Med, 74, 1625-1634
19. Jin SY, Sim KH, Lee EJ, Gu HJ, Kim MH, Han YS, Park JS, Kim YH (2014) Changes in quality characteristics and antioxidant activity of apples during storage. Korean J Food Nutr, 27, 999-1005

20. Hwang IW, Kim CS, Chung SK (2011) The physicochemical qualities and antioxidant activities of apple juices marketed in Korea. *Korean J Food Preserv*, 18, 700-705
21. Dewanto V, Wu X, Liu RH (2002) Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem*, 50, 4959-4964
22. Lee JM, Durst RW, Wrolstad RE (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, 1269-1278
23. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
24. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J (2006) Influence of heat treatment on the antioxidant antibiotics and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus Edodes*) mushroom. *Food Chem*, 99, 381-387
25. Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim GC, Kim KM (2013) Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. *Korean J Food Cook Sci*, 29, 725-731
26. Lee SM (2014) Quality characteristics of apple jam added with ginger. *Korean J Culinary Res*, 20, 79-88
27. Park HJ, Chung HJ (2014) Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. *Korean J Food Preserv*, 21, 668-675
28. Rice-Evans C, Miller N, Paganga G (1997) Anti-oxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci*, 2, 152-159
29. Hwang ES, Ki KN (2013) Stability of the anthocyanin pigment extracted from aronia (*Aronia melanocarpa*). *Korean J Food Sci Technol*, 45, 416-421
30. Oszmianski J, Wojdylo A (2005) *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur Food Res Technol*, 221, 809-813
31. Degenhardt A, Knapp H, Winterhalter P (2000) Separation and purification of anthocyanins by high-speed countercurrent chromatography and screening for antioxidant activity. *J Agric Food Chem*, 48, 338-343
32. Jung NG, Kang YH (2012) Comparison of the physicochemical quality characteristics of strawberry jams by processing methods. *Korean J Food Preserv*, 19, 337-343
33. Kwon EY (2014) Development and quality characteristic of blueberry jam on the types of oligosaccharide. MS Thesis, Sejong University, Korea
34. Nam JS, Han YJ, Yeo SM (2015) Antioxidant and antimicrobial activities of various berry juices. *Korean J Food Nutr*, 28, 328-334