

아로니아 착즙액 첨가량을 달리한 컵젤리의 품질특성

팽휘진¹ · 고은미^{1,*}

¹서울여자대학교 자연과학대학 식품응용시스템학부 식품영양학전공

Quality characteristics of cup jelly based on amounts of aronia juice

Hwijin Paeng¹ and Eunmi Koh^{1,*}

¹Major of Food & Nutrition, Division of Applied Food System, Seoul Women's University

Abstract This study investigated the effects of different amounts of aronia juice (0, 4, 8, 12, 16, and 20%) on astringency perception and quality characteristics of cup jelly. With increasing aronia juice content, soluble solid content, redness, yellowness, total acidity, antioxidant components, and antioxidant activities increased, whereas lightness, pH, and gel strength decreased. Regarding sensory evaluation, with 12% or more added aronia juice, purpleness and sourness increased, whereas hardness and cohesiveness decreased in the jelly samples. Cup jelly with 16% aronia juice content had the highest overall acceptability score. These results indicate that aronia can be used as a good source of anthocyanins when developing functional jelly products.

Keywords: aronia juice, cup jelly, astringency, quality characteristics, acceptability

서 론

아로니아(*Aronia melanocarpa*)는 안토시아닌과 프로안토시아닌 등의 생리활성 성분이 많이 함유되어 있으며(Tanaka와 Tanaka, 2001), 아로니아 추출액의 항산화, 항암, 항알레르기, 항염증, 항당뇨 효과가 보고되었다(Bermudez-soto와 Tomas-barberan, 2004; Jeong, 2008; Olas 등, 2008; Simeonov 등, 2002; Wu 등, 2004). 2007년 아로니아 묘목이 국내에 처음 도입된 후 2013년에 특화작물로 지정되면서 재배면적이 급격하게 증가되었다(Yoon 등, 2014). 2017년에는 생산량이 74배까지 증가되었지만 아로니아 특유의 떫은맛으로 인해 생과 소비 및 가공품 개발은 한계에 부딪혔고 재고량과 폐기량이 크게 늘어나면서 가격이 폭락하였다(Joo 등, 2015b; Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2021). 프로안토시아닌은 축합형 탄닌으로 구강 내 타액 단백질과 결합하여 불용성 복합체를 형성한 후 혀에 침전되어 점막 단백질을 응고시키고, 타액에 의한 윤활을 방해하여 구강을 건조하게 함으로써 수축되는 느낌의 떫은맛을 느끼게 한다(Nuno 등, 2004; Soares 등, 2017). 막걸리에서 분리 동정된 균주(Park, 2020), 젓갈에서 분리된 효모(Shin 등, 2015), 버섯 균사체 배양액(Han 등, 2020)을 이용하여 아로니아의 프로안토시아닌을 저감화시키는 연구가 보고되었다. 특정 성분을 감소시키지 않고 식품의 물성이나 맛의 상호작용을 이용하여 떫은맛의 감지를 줄일 수 있는 연구 및 가공 제품 개발이 시급한 실정이다. 아로니아를

이용한 식초(Park 등, 2014), 막걸리(Park 등, 2016), 쿠키(Lee와 Yoon, 2016), 식빵(Yoon 등, 2014), 머핀(Park과 Chung, 2014), 양갱(Hwang과 Lee, 2013), 저칼로리 잼(Hwang과 Tai, 2014) 등이 보고되었다.

젤리는 과채류의 주스나 농축액에 당과 젤화제를 넣어 혼합, 농축 및 성형하여 제조되는 반고체 식품으로, 후식이나 간식으로 섭취되고 있다(Jeong 과 Ju, 2003). 첨가 재료 및 제조 공정에 따라 색, 맛, 질감 등이 다양하게 나타나 여러 형태의 제품으로 개발될 수 있다(Lees와 Jackson, 1990). 간편하게 섭취할 수 있다는 장점과 부드러운 촉감으로 인해 직장인과 노년층의 젤리 수요가 늘어나면서 시장규모가 2008년 314억에서 2018년 2,205억으로 크게 증가되었다(Statistics Korea, 2018). 젤리의 재료 중 설탕은 타액 분비를 유발하여 구강의 건조를 억제하고 윤활하게 하여 떫은맛의 감지를 감소시킬 수 있고, 설탕의 단맛은 신맛과 쓴맛의 감지를 약화시킨다(Ares 등, 2009; Keast와 Breslin, 2003). 또한, 젤화제로 사용되는 다당류는 프로안토시아닌과 타액 단백질의 불용성 복합체를 감싸거나 타액 단백질보다 먼저 프로안토시아닌과 결합함으로써 불용성 복합체의 형성을 억제하여 떫은맛 감지를 감소시키는데 효과적이라고 보고되었다(Nuno 등, 2004).

따라서 본 연구에서는 아로니아 착즙액 양을 달리하여 컵젤리를 제조하고 감각적 특성을 평가하고 이화학적 품질특성을 분석함으로써 떫은맛의 인지 감소를 확인하고, 이를 통해 아로니아의 활용 가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

경남 통영의 아로니아 농장에서 재배한 'Viking' 품종의 생과를 2020년 7월에 구입하였다. 아로니아를 수돗물로 수세하여 이물질을 제거하고 상온에서 12-14시간 동안 펼쳐두어 표

*Corresponding author: Eunmi Koh. Major of Food & Nutrition, Division of Applied Food System, Seoul Women's University, 621 Hwarang-ro, Nowon-gu, Seoul 01797, Korea
Tel: +82-2-970-5649

E-mail: kohem7@swu.ac.kr

Received February 1, 2021; revised March 19, 2021;

accepted April 14, 2021

면의 수분을 제거한 후 -24°C 에서 보관하였다. 아로니아를 해동시켜 블렌더(18800, IEP, Namyangju, Korea)에 넣고 3분간 분쇄한 후 3겹의 거즈로 여과하여 얻은 착즙액을 실험에 사용하였다. 착즙액의 가용성 고형분은 9.65°Brix , 명도는 35.76, 적색도는 4.25, 황색도는 1.16, 총 산도는 1.14%, pH는 3.54 이었다. 백설탕(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 잔탄검(ES Food, Gumpo, Korea)과 로커스트콩검(ES Food, Gumpo, Korea)은 시판품을 구입하였다. 2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox), ethylenediaminetetraacetic acid disodium salt (EDTA-Na₂), Folin-Ciocalteu's reagent, pyrocatechol violet, 과황산칼륨, 바닐린, 아세트산나트륨, 염산, 염화 제2철, 염화칼륨, 제1인산칼륨, 제2인산칼륨, 카테킨, 클로로젠산, 탄산나트륨, 황산구리, 황산 제1철은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 메탄올과 수산화나트륨은 Samchun Pure Chemicals (Pyeongtaek, Korea), 아세트산은 J. T. Baker (Center Valley, PA, USA)에서 구입하였다.

젤리의 제조

아로니아 착즙액, 설탕, 젤화제의 첨가량을 설정하기 위해 예비실험을 하였다. 착즙액(10-50%)과 설탕(0-40 g)을 다양한 비율로 섞은 혼합액을 평가하였다. 착즙액 비율이 30% 이하인 시료가 더 높은 점수를 받았으며 설탕 40 g을 첨가한 시료는 단맛이 강해 선호도가 낮고 설탕 20 g을 첨가한 시료를 선호하는 것으로 나타났다. 이 결과에 근거하여 20% 착즙액 100 g과 설탕 20 g에 젤화제 0.75-1.5 g를 넣고 젤리를 제조하여 물성을 평가하였더니 젤화제를 1 g 첨가한 시료의 선호도가 가장 높았다. 선행연구 결과를 토대로 아로니아 착즙액 컵 젤리는 Table 1과 같은 배합비로 제조되었다. 냄비에 물과 아로니아 착즙액을 넣어 60°C 까지 가열하고, 설탕, 잔탄검과 로커스트콩검을 몽치지 않도록 훌뿌리듯이 넣어가며 60°C 에서 2분간 주걱으로 저어주었다. 졸(sol) 상태의 시료 30 g을 원통형 플라스틱 용기(지름 7 cm, 높이 1 cm)에 담고 실온에서 30분간 방냉 후 2°C 냉장실에서 24시간 응고시켰다.

수분 함량 및 가용성 고형분 함량 측정

젤리의 수분 함량은 105°C 상압가열 건조법으로 측정하였다. 가용성 고형분 함량은 젤리 5 g을 증류수 45 mL에 넣고 25,000 rpm에서 30초간 균질화(Polyron® PT1200E, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)하고 디지털 당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 3회 측정하였다.

색도 및 총 산도와 pH 측정

색도는 색차계(CR-300, Konica minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값을 측정하였다. 백색관의 L, a, b 값은 96.6, -0.13, 1.76였다. 총 산도는 젤리 5 g을 증류수 95 mL에 넣고 25,000 rpm에서 30초간 균질화시킨 희석액을 중화적정법으로 측정하였다. 아로니아의 주요 유기산인 사과산(malic acid)의 유기산 계수(0.0067)를 이용하여 수산화나트륨 소비량을 총 산 함량으로 환산하였다(AOAC, 1990). pH는 젤리 5 g에 증류수 45 mL를 첨가하고 25,000 rpm에서 30초간 균질화시킨 희석액을 pH meter (32000P, Agilent, Shanghai, China)로 측정하였다. 색도와 총 산도 및 pH는 3회 측정되었다.

기계적 물성 측정

원통형 용기(지름 6 cm)에 젤리 50 g을 담고 냉장실(2°C)에서 24시간 응고시킨 후 상온에 두어 10°C 정도가 되면 texture analyzer (TA-XT express, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 사용하여 젤 강도(bloom strength)를 측정하였다(AOAC, 1990). 측정조건은 pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 10 mm/s, trigger type은 auto, trigger force를 4.0 g, distance를 10 mm였으며 5회 측정하여 젤 강도(g)로 나타냈다.

항산화 성분 측정

젤리의 안토시아닌, 페놀, 프로안토시아닌 함량을 측정하였다. 젤리 10 g에 메탄올 10 g을 첨가하여 30초 동안 혼합하고 50°C 에서 1시간 동안 초음파 추출(Powersonic 410, Hwashin technology, Seoul, Korea)한 후 25,000 rpm에서 25분간 원심분리(LaboGene 2236R, Gyrogen Co., Ltd., Daejeon, Korea)하였다. 추출 과정은 2번 반복되었으며 상층액을 모아 분석하였다. 총 안토시아닌 함량은 Lee 등(2005)의 방법을 참고하여 pH differential method로 측정하였다. pH 1.0과 pH 4.5의 완충용액 2 mL를 다른 시험관에서 젤리 추출액 500 μL 와 혼합하고 520 nm와 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(Biochrom Libra S22, Santa Barbara, CA, USA). 총 안토시아닌 함량은 아래에 제시된 식으로 산출하였다.

$$\begin{aligned} & \text{총 안토시아닌 함량(cyanidin-3-glucoside equivalents, mg/L)} \\ & = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l} \end{aligned}$$

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

$$MW = \text{cyanidin-3-glucoside의 분자량}(449.2 \text{ g/mol})$$

Table 1. Formulation for aronia cup jelly with different amounts of juice

| Ingredients (g) | Aronia juice levels (%) | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| Aronia juice | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Water | 100 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 |
| Sugar | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Xanthan gum | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| Locust bean gum | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

DF=회석배수
 1000=단위환산계수
 ϵ =cyanidin-3-glucoside의 몰 흡광계수(26,900 L/mol×cm)

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법으로 측정되었다 (Singleton과 Rossi, 1965). 젤리 추출액 40 μ L에 메탄올 160 μ L을 첨가하고 증류수 900 μ L와 Folin-Ciocalteu 시약 100 μ L를 가하였다. 혼합액에 7.5% 탄산나트륨 용액 800 μ L를 첨가하고 상온의 암소에서 1시간 동안 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 페놀 함량은 클로로젠산 표준곡선을 이용하여 계산하였고, 3회 반복 측정하여 생중량 100 g당 클로로젠산 mg (mg CAE/100 g)으로 나타냈다.

총 프로안토시아니딘 함량은 vanillin-H₂SO₄ 방법(Price 등, 1978; Sun 등, 1998)을 변형하여 측정하였다. 젤리 추출액 500 μ L에 1% 바닐린 용액 1.25 mL를 넣어 교반하고 9 N 황산 용액 1.25 mL를 첨가한 후 상온에서 15분 동안 반응시켜 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 프로안토시아니딘 함량은 카테킨 표준곡선을 이용하여 계산되었고, 3회 반복 측정하여 생중량 100 g당 카테킨 mg (mg CE/100 g)으로 나타냈다.

항산화 활성 측정

젤리의 항산화 활성은 ABTS 라디칼 소거능, 철 환원력 (Ferric reducing antioxidant power, FRAP)과 구리 킬레이팅 활성으로 측정되었다. ABTS 라디칼 소거능은 Re 등(1999)의 방법을 일부 변형하여 측정되었다. 젤리 추출액 20 μ L에 ABTS 라디칼 용액 2 mL를 첨가하여 상온의 암소에서 4분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 ABTS 라디칼 소거능은 3회 반복 측정하였고, 대조 시료인 착즙액 무첨가군과 비교하여 백분율로 나타냈다.

철 환원력은 Benzie와 Strain (1996)의 방법을 수정하여 측정되었다. 젤리 추출액 50 μ L에 FRAP 용액 1.5 mL와 증류수 150 μ L를 혼합하고, 상온 암소에서 4분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 철 환원력은 trolox 표준곡선을 이용하여 계산되었고, 3회 반복 측정하여 생중량 100 g당 trolox mM (mM TE/100 g)로 환산하여 나타냈다.

구리 킬레이팅 활성은 Santos 등(2017)의 방법을 수정하여 측정하였다. 젤리 추출액 180 μ L에 아세트산나트륨 완충용액 (pH 6) 1.2 mL와 1 mM 황산구리 수용액 180 μ L를 넣고 2분간 교반하였다. Pyrocatechol violet 용액 51 μ L를 첨가하여 상

온에서 10분간 방치한 후 632 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 구리 킬레이팅 활성은 3회 반복 측정하였고, 착즙액 무첨가군과 비교하여 백분율로 나타냈다.

관능검사

관능검사는 서울여자대학교 생명윤리위원회(IRB)의 사전 승인을 받고 진행되었다(승인번호: IRB-2020A-28). 20-50대 여성 10명을 선정한 후 사전 교육 및 훈련을 하였다. 평가된 특성 항목은 단 냄새(sweet odor), 자주색(purpleness), 경도(hardness), 응집도(cohesiveness), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 떫은맛(astringency), 단 향미(sweet flavor), 전반적인 기호도(overall acceptability)이었으며 7점 척도법(1점: 매우 약하다 또는 매우 싫다-7점: 매우 강하다 또는 매우 좋다)으로 평가되었다. 투명한 플라스틱 용기에 일정한 양을 담아 응고된 젤 시료는 세 자리 난수표가 적힌 흰색 시트지 위에 올려 제시되었으며 물을 함께 제공하여 시료 평가 사이에 입안을 행구도록 하였다.

통계처리

실험 결과는 평균±표준편차로 나타내었으며, SPSS 21.0 program (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 분산분석(ANOVA)을 실시하여 시료 간 유의성을 확인한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 통해 사후검정을 하였다. 항산화 성분과 항산화 활성 간의 상관관계는 Pearson 상관분석을 사용하였다. XLSTAT (Addissoft Inc., Paris, France)프로그램을 사용하여 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 하였다.

결과 및 고찰

수분 함량 및 가용성 고형분 함량

아로니아 컵젤리의 수분 함량 및 당도를 측정한 결과는 Table 2와 같다. 착즙액이 수분 함량은 무첨가군 82.60%, 첨가군 82.09-83.79%로 시료 간 유의적인 차이는 있었으나 착즙액 함량에 따른 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 자색고구마 젤리 연구(Choi와 Lee, 2013)에서도 수분 함량이 일부 시료 간에 유의적으로 차이가 있었으나 그 정도가 미미하여 본 실험 결과와 유사하였다. 참다래 젤리 연구(Oh 등, 2013)에서는 과즙 첨가량에 따라 시료 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 아로니아 젤리 연구(Joo 등, 2015a)에서는 착즙액의 비

Table 2. Moisture content, soluble solid content, color, total acidity, pH, gel strength of cup jelly added with aronia juice

| | Aronia juice levels (%) | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| Moisture content (%) | 82.60±0.33 ^{bc1)} | 82.09±0.53 ^c | 83.26±0.46 ^{ab} | 82.38±0.77 ^{bc} | 83.79±0.77 ^a | 82.12±0.42 ^c |
| Soluble solid content (°Brix) | 16.6±0.1 ^c | 17.5±0.3 ^b | 17.9±0.3 ^b | 18.4±0.3 ^b | 18.7±0.1 ^b | 19.1±0.0 ^a |
| L (lightness) | 51.56±1.03 ^a | 34.00±0.34 ^b | 30.83±0.51 ^c | 30.50±0.71 ^c | 29.76±0.17 ^c | 27.57±0.32 ^d |
| Color | | | | | | |
| a (redness) | 0.32±0.03 ^f | 13.64±0.25 ^e | 16.22±0.27 ^d | 18.82±0.29 ^c | 21.39±0.46 ^b | 24.37±0.19 ^a |
| b (yellowness) | 7.82±0.15 ^b | 2.64±0.14 ^f | 4.55±0.37 ^e | 5.47±0.39 ^d | 6.96±0.16 ^c | 8.52±0.57 ^a |
| Total acidity (%) | 0.01±0.00 ^f | 0.05±0.00 ^e | 0.09±0.00 ^d | 0.15±0.00 ^c | 0.19±0.00 ^b | 0.23±0.00 ^a |
| pH | 6.63±0.01 ^a | 4.52±0.00 ^b | 4.17±0.00 ^c | 4.09±0.00 ^d | 3.99±0.00 ^e | 3.93±0.00 ^f |
| Gel strength (g) | 44.64±1.62 ^a | 38.85±0.88 ^b | 29.32±1.22 ^c | 26.46±0.65 ^d | 21.17±0.67 ^e | 15.48±1.08 ^f |

¹⁾Results are expressed mean±SD and values with different letters in the same row indicate significant differences ($p < 0.05$) among samples.

율이 증가할수록 수분 함량이 감소하였다고 보고되었다. 이는 주재료 및 부재료의 종류와 첨가량, 제조 방법 등의 차이에 의한 것으로 판단된다.

가용성 고형분은 당도계를 이용하여 굴절되는 정도를 수치로 환산하여 나타냈다. 착즙액 무첨가군은 16.6°Brix, 첨가군은 17.5-19.1°Brix로 착즙액 시료들이 유의적으로 높게 나타났다(Table 2). 일정한 온도에서 점도 및 구연산의 농도가 증가할수록 수용액의 굴절률이 높아진다고 보고되었다(Lagemann, 1945; Omran 등, 2019). 설탕 20 g과 검류 1 g이 첨가된 무첨가군은 젤리를 증류수로 9배 희석시킨 용액의 굴절률을 측정하였기 때문에 검류의 점성이 굴절률에 유의적인 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다. 아로니아 착즙액 함량이 증가할수록 가용성 고형분이 증가한 이유는 착즙액에 존재하는 유기산인 구연산, 사과산, 주석산 등이 당도계의 굴절률을 증가시켰기 때문으로 생각된다. 자색고구마 젤리 연구(Choi와 Lee, 2013)에서 4% 첨가군에서만 가용성 고형분 함량이 유의적으로 높게 나타나 본 실험과 유사한 경향을 보였다. 대추 젤리 연구(Choi와 Lee, 2014)와 아로니아 젤리 연구(Joo 등, 2015a)에서도 농축액과 착즙액의 첨가량이 늘어날수록 가용성 고형분 함량이 증가하였으며, 이는 과일의 가용성 고형분이 영향을 준 것으로 판단된다. Kim 등(2010)은 젤리의 재료인 설탕으로 인해 젤리의 가용성 고형분 함량이 높아지므로, 착즙액 등의 다른 재료 첨가는 일정 이상의 수준이 되어야 젤리의 가용성 고형분 함량에 유의적으로 영향을 준다고 하였다. 본 연구에서는 착즙액 첨가량이 0-20% 범위로 첨가량이 크게 달라지지 않았기 때문에 가용성 고형분의 함량 변화가 뚜렷하게 보이지 않은 것으로 생각할 수 있다.

색도 및 총 산도와 pH

젤리의 색도 및 총 산도와 pH는 Table 2에 제시하였다. 명도(L)는 무첨가군이 51.56으로 가장 높았고 8, 12, 16% 첨가군에서 유의적인 차이가 나타나지는 않았으나 착즙액 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 또한 적색도(a)와 황색도(b)는 착즙액 첨가량이 늘어남에 따라 증가하는 경향을 보였다. 아로니아에 함유된 안토시아닌이 진한 자주색을 띠고 있어서 첨가량이 증가할수록 젤리의 색이 어두워지고 자주색이 진해지면서 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 자색고구마 젤리 연구(Choi와 Lee, 2013)와 아로니아 젤리 연구(Joo 등, 2015a)에서도 농축액 및 착즙액 첨가량이 증가할수록 명도는 낮아지고 적색도와 황색도는 높아졌다.

총 산도는 아로니아 착즙액을 첨가하지 않은 시료가 0.01%로 가장 낮은 결과를 보였고 착즙액 첨가량이 늘어날수록 총 산도는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. pH는 무첨가군이 6.63으로 가장 높게 나타났으며 착즙액을 첨가한 시료는 pH가 많이 감소하였고, 첨가량이 증가할수록 pH가 유의적으로 낮아졌다. Jeon(2018)은 아로니아에 주석산, 사과산, 구연산 등의 유기산이 풍부하게 함유되어 있으며 주요 유기산은 사과산으로 산도에 많은 영향을 준다고 보고하였다. 아로니아 착즙액의 함량이 증가할수록 유기산의 양이 증가하므로 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 아로니아 양금 연구(Lee, 2017), 아로니아 양갱 연구(Hwang과 Lee, 2013)에서도 아로니아 분말 및 과즙을 첨가할수록 총 산도는 높아지고, pH는 낮아져 본 실험과 유사한 경향을 보였다.

기계적 물성 측정

젤 강도는 아로니아 착즙액을 첨가하지 않은 시료가 44.64 g으로 가장 높게 측정되었고, 착즙액 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다(Table 2). 식품공전의 물성 시험법에 젤리의 10개 검체에 대한 반복실험 값들의 평균값이 5 N (509.9 g) 이하이어야 적합한 것으로 한다고 고시되어 있다(Ministry of Food and Drug Safety, 2019). 본 실험에서 가장 높은 젤 강도는 44.64 g으로 식품공전에 제시된 기준에 부합되는 젤리 강도임을 보여준다. 아로니아 젤리 연구(Joo 등, 2015a), 대추 젤리 연구(Choi와 Lee, 2014)와 참다래 젤리 연구(Oh, 2013)에서도 무첨가군에서 젤리의 경도가 가장 높았고 착즙액 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하였다. Laura 등(2019)과 Bak과 Yoo(2018)의 연구에서 다양한 검류를 이용하여 pH의 영향을 비교한 결과 pH가 낮아질수록 젤의 점탄성 및 점도가 감소하였다. 잔탄검의 주사슬은 포도당이 β -1,4 결합으로 이루어져 있으며, 주사슬인 포도당의 3번 탄소에 만노오스, 글루쿠론산, 아세틸 만노오스의 연결된 곁사슬을 갖고 있다. 곁사슬에 존재하는 카르복실기 음전하로 인해 정전기적 반발력이 발생하고, 이는 잔탄검의 나선구조(helix structure)를 안정화시켜 일정한 배열의 젤 구조(rigid ordered structure)를 형성하게 한다(Moorhouse 등, 1977). 본 연구에서는 아로니아 착즙액의 첨가량이 증가할수록 유기산에서 유래된 수소이온(H⁺)이 잔탄검의 음전하를 중화시키고, 이는 정전기적 반발력을 감소시켜 젤 구조가 불안정화되면서 젤 강도가 감소된 것으로 판단된다.

항산화 성분

아로니아는 항산화성을 갖는 다양한 페놀화합물이 보고되었다. 아로니아의 주요 안토시아닌은 cyanidin-3-O-galactoside, cyanidin-3-O-arabinoside, cyanidin-3-O-xyloside, cyanidin-3-O-glucoside이며, 클로로젠산(chlorogenic acid), 네오클로로젠산(neochlorogenic acid), 프로안토시아닌, 퀘르세틴(querctin) 유도체도 보고되었다(Oszmianski와 Wojdylo, 2005). 본 연구에서는 항산화 성분으로 총 안토시아닌과 총 페놀 함량이 측정되었다. 총 안토시아닌 함량은 착즙액을 첨가하지 않은 시료에서는 측정되지 않았으며, 첨가군에서는 착즙액 함량이 증가함에 따라 2.60 mg에서 13.14 mg까지 유의적으로 증가하였다(Fig. 1). 아로니아 젤리 연구(Hwang과 Tai, 2015)에서 아로니아 착즙액이 0-9% 범위에서 증가하면서 총 안토시아닌 함량이 최대 4.10 mg으로 본 연구보다 낮은 함량을 보였고, 다른 연구(Joo 등, 2015a)에서는 착즙액을 0-50% 범위로 첨가하였을 때 총 안토시아닌 함량이 0.11-63.57 mg으로 본 연구의 결과에 비해 높게 나타났다. Chung(2016)은 아로니아의 품종, 재배방법, 재배 환경 등에 따라 열매의 항산화 물질의 함량이 달라지며, Hwang과 Ki(2013)는 안토시아닌은 온도에 민감하여 고온에서 쉽게 파괴되며 특히 100°C 이상에서는 급격히 파괴된다고 보고하였다. 아로니아 열매의 총 안토시아닌 함량 및 젤리 제조 방법의 차이에 의해 결과가 달라진 것으로 생각된다. 블루베리 과편 연구(Lee 등, 2015)와 블랙커런트 젤리 연구(Lee, 2018)에서도 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

총 폴리페놀 함량은 착즙액 첨가량이 늘어남에 따라 총 페놀 함량이 9.10 mg에서 125.05 mg까지 유의적으로 증가하였다. 아로니아 젤리 연구(Hwang과 Tai, 2015; Joo 등, 2015a),

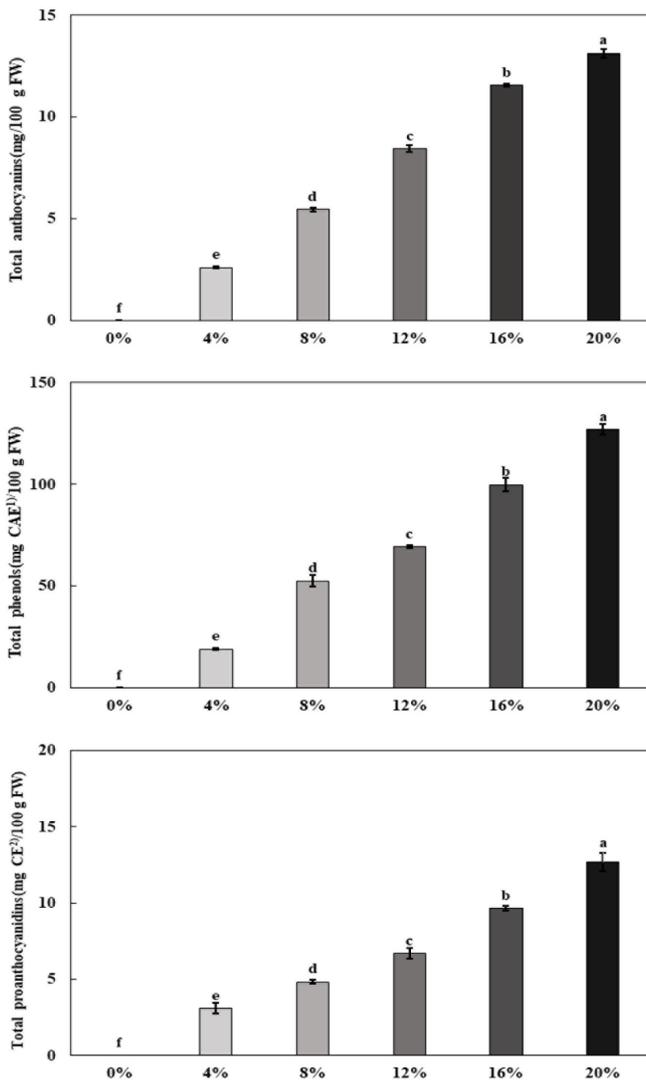


Fig. 1. Total anthocyanins, phenols, proanthocyanidins in cup jelly extract with different amounts of aronia juice. Different letters (a-e) on the bar indicate differences ($p < 0.05$) among samples by Duncan's test. ¹CAE, chlorogenic acid equivalent. ²CE, catechic equivalent.

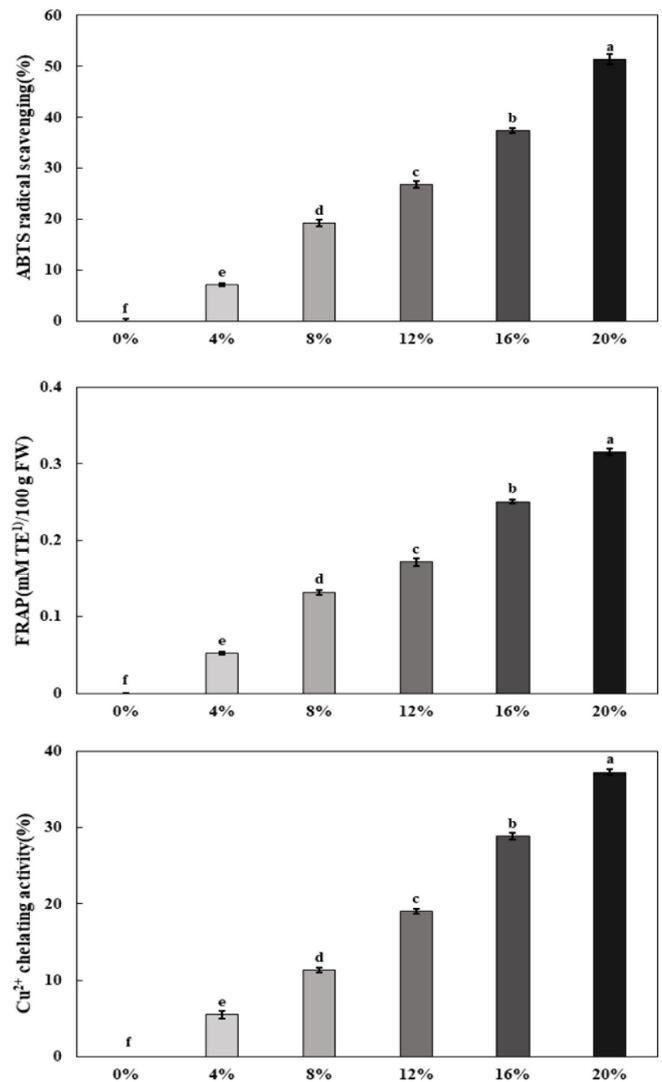


Fig. 2. ABTS radical scavenging activity, FRAP, Cu²⁺ chelating activity of cup jelly extract with different amounts of aronia juice. Different letters (a-e) on the bar indicate differences ($p < 0.05$) among samples by Duncan's test. ¹TE, trolox equivalent.

자색고구마 젤리 연구(Choi와 Lee, 2013), 대추 젤리 연구(Choi와 Lee, 2014), 블랙커런트 젤리 연구(Lee, 2018)에서도 첨가량이 많을수록 총 페놀 함량이 증가하여 본 연구와 유사한 경향이 보고되었다. 총 프로안토시아닌 함량은 무첨가군에서는 측정되지 않았으며 착즙액이 첨가될수록 8.11 mg에서 12.69 mg까지 유의적으로 증가하는 경향을 보였다.

항산화 활성

ABTS 라디칼 소거능은 착즙액 무첨가군에서는 측정되지 않았으며 착즙액의 첨가량이 많아질수록 7.21%에서 51.38%까지 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 아로니아 젤리 연구(Hwang과 Tai, 2015)에서도 착즙액 함량에 따라 소거능이 증가하여 9%의 첨가군에서 가장 높게 측정되었고, 땀 땀이열매 젤리 연구(Lee와 Chung, 2020)에서도 열매 분말 첨가량이 증가함에 따라 소거능이 높아져 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 철 환원력은 무첨가군에서는 측정되지 않았으며

아로니아 착즙액 양이 증가하면서 0.05 mM에서 0.32 mM로 유의적으로 증가하였다. 우진 녹차 젤리 연구(Yoo와 Chung, 2018)와 아로니아 및 블랙베리 머핀과 쿠키 연구(Jeon, 2018)에서도 재료의 함량이 높아질수록 철 환원력이 증가하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 구리 킬레이팅 활성은 아로니아 착즙액의 첨가량이 증가함에 따라 5.49%에서 37.21%로 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 찰흑미 식빵 연구(Kim과 Lee, 2007)에서도 찰흑미 분말 함량이 늘어날수록 철 킬레이팅 활성이 유의적으로 증가하여 본 연구의 결과와 유사한 경향이 보고되었다. 항산화 활성은 총 안토시아닌 함량, 총 페놀 함량, 총 프로안토시아닌 함량과 유의적인 양의 상관관계를 보여 모든 항산화 성분이 항산화 활성에 영향을 미친 것으로 판단된다. Pearson 상관관계를 분석한 결과, 총 페놀 함량은 ABTS 라디칼 소거능($r=0.997$), 철 환원력($r=0.999$), 구리 킬레이팅 활성($r=0.993$)과 높은 상관관계를 보였다. 이는 총 페놀이 항산화 활성에 크게 기여하였음을 보여준다.

Table 3. Sensory attributes of aronia cup jelly with different amounts of aronia juice

| Sensory attributes | Aronia juice levels (%) | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| Sweet odor | 1.88±1.13 ^{b1)} | 3.13±1.64 ^{ab} | 3.63±1.85 ^{ab} | 3.63±1.41 ^{ab} | 4.13±2.17 ^a | 4.00±1.31 ^a |
| Purpleness | 1.00±0.00 ^f | 2.25±0.46 ^e | 3.63±0.52 ^d | 4.75±0.89 ^c | 5.88±0.35 ^b | 6.75±0.46 ^a |
| Hardness | 4.00±1.41 ^a | 4.13±1.36 ^a | 4.38±1.60 ^a | 2.50±0.93 ^b | 2.50±0.76 ^b | 1.63±0.52 ^b |
| Cohesiveness | 4.88±1.46 ^a | 5.25±0.71 ^a | 4.88±1.36 ^a | 3.63±1.06 ^b | 2.50±1.07 ^{bc} | 1.75±0.89 ^c |
| Sweetness | 4.25±1.04 ^a | 4.38±1.60 ^a | 4.00±1.20 ^a | 3.75±1.04 ^a | 3.38±1.60 ^a | 3.25±1.75 ^a |
| Sourness | 1.25±0.46 ^d | 2.25±1.28 ^{cd} | 3.00±1.07 ^c | 4.38±1.19 ^b | 4.75±1.16 ^b | 5.75±0.71 ^a |
| Astringency | 1.13±0.35 ^b | 1.25±0.46 ^b | 1.38±0.52 ^b | 1.75±0.71 ^b | 1.88±0.64 ^b | 2.75±1.28 ^a |
| Sweet flavor | 5.00±1.41 ^a | 5.00±1.07 ^a | 4.38±0.74 ^a | 4.63±1.30 ^a | 4.38±1.30 ^a | 4.25±1.28 ^a |
| Overall acceptability | 2.00±1.07 ^c | 2.75±1.28 ^{bc} | 3.75±1.67 ^{ab} | 4.00±1.20 ^{ab} | 4.75±0.89 ^a | 4.38±1.19 ^a |

¹⁾Results are expressed mean±SD and values with different letters in the row indicate significant differences ($p<0.05$) among aronia cup jelly.

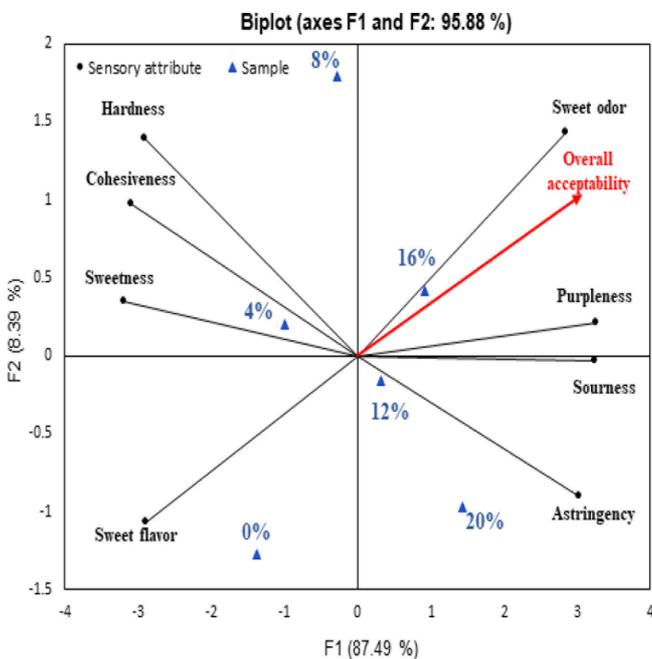


Fig. 3. PC loading and biplot of sensory attributes of cup jelly added with different amounts of aronia juice.

관능검사

감각 특성에서 자주색, 경도, 응집도, 신맛, 짠맛, 전반적인 기호도는 유의적인 차이가 있었다(Table 3). 착즙액 함량이 증가할수록 자주색과 신맛이 높게 감지되었으며, 짠맛은 20% 첨가 시료에서만 높게 나타났다. 경도와 응집도는 12% 이상 시료에서 낮아지는 경향을 보였다. 전반적인 기호도는 착즙액이 첨가됨에 따라 높아지는 경향을 보였으며, 착즙액 16% 첨가 젤리가 4.75로 가장 높게 나타났다. 주성분 분석에서 전반적인 기호도에 근접해 있는 단 냄새(sweet odor)와 자주색, 신맛이 전반적인 기호도에 영향을 주는 주된 특성임을 보여주었으며(Fig. 3), 전반적 기호도와 가장 근접해 있는 16% 첨가 시료가 기호도가 가장 높은 시료임을 보여주었다. 아로니아 착즙액 무첨가군에 비해 첨가군에서 높은 기호도를 보였으며 16% 첨가 시료를 가장 선호하는 것으로 나타났다. 이

는 착즙액의 첨가가 선호도에 긍정적인 영향을 주고 있음을 보여주며, 20% 첨가 시료에서는 짠맛의 특성이 상대적으로 강해져 전반적인 기호도가 감소한 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 0-20% 아로니아 착즙액을 첨가한 컵젤리의 품질특성과 관능 특성을 평가하였다. 아로니아 컵젤리의 수분 함량은 시료 간의 차이가 크지 않았으며, 가용성 고형분은 착즙액 첨가량이 늘어날수록 증가하였으나 첨가량의 범위가 좁아 시료 간의 차이는 작았다. 착즙액은 진한 자주색을 띠고 있어서 첨가량이 증가할수록 젤리의 명도는 감소하였지만 적색도와 황색도는 증가하였다. 유기산으로 인해 첨가량이 많아질수록 총 산도는 증가하고 pH와 젤 강도는 감소하는 경향을 보였다. 착즙액 첨가량이 증가할수록 항산화 성분 및 항산화 활성은 증가하고, 자주색과 신맛의 특성이 강해졌으며 경도와 응집도는 12% 이상 첨가 시 감소하였고 짠맛은 20% 첨가 시료에서만 높았다. 아로니아 착즙액의 첨가는 전반적인 기호도를 높였으며, 착즙액 16% 첨가 시료의 기호도가 가장 높게 나타났다. 따라서 항산화 성분 및 항산화 활성의 기능적인 측면과 짠맛 인지의 감소 및 전반적인 기호도에 따르면 아로니아 컵젤리의 착즙액 첨가량은 16%가 적절한 것으로 생각된다.

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A2C1004117).

References

- AOAC. Jelly strength of gelatin, Official Method of Analysis of AOAC Intl. 15th ed. Method 948.21. Association of Official Analytical Communities, Arlington, VA, USA (1990)
- Ares G, Barrerio C, Deliza R, Gambaro A. Alternatives to reduce the bitterness, astringency and characteristic flavour of antioxidant extracts. Food Res. Int. 42: 871-878 (2009)
- Bak JH, Yoo B. Intrinsic viscosity of binary gum mixtures with xanthan gum and guar gum: Effect of NaCl, sucrose, and pH. Int. J. Biol. Macromol. 111: 77-81 (2018)

- Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239: 70-76 (1996)
- Bermudez-soto MJ, Tomas-barberan FA. Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices. *Eur. Food Res. Technol.* 219: 133-141 (2004)
- Choi EJ, Lee JH. Quality and antioxidant properties of jelly incorporated with purple sweet potato concentrate. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 47-52 (2013)
- Choi JE, Lee JH. Quality and antioxidant property of gelatin jelly incorporated with jujube concentrate. *Food Eng. Prog.* 18: 65-69 (2014)
- Chung HJ. Comparison of bioactive constituents and biological activities of aronia, blackcurrant, and maquiberry. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 45: 1122-1129 (2016)
- Han HA, Choi SR, Song YE, Lee SY, Shin SH, Yu YJ, Kim MK. Tannin-reducing effect and changes of physicochemical properties in aronia homogenate after treatment with liquid cultured mushroom mycelia. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 339-346 (2020)
- Hwang ES, Ki KN. Stability of the anthocyanin pigment extracted from aronia (*Aronia melanocarpa*). *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 416-421 (2013)
- Hwang ES, Lee YJ. Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 1220-1226 (2013)
- Hwang ES, Tai ND. Quality characteristics and antioxidant activities of aronia Jam replacing sucrose with different sugar substances. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 888-896 (2014)
- Hwang ES, Tai ND. Quality characteristics of jelly containing aronia (*Aronia melanocarpa*) juice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 738-743 (2015)
- Jeon GH. Quality characteristics of muffins and cookies with different processed forms of aronia and blackberry. PhD dissertation, Hanyang University, Seoul, Korea. pp. 32-33, 44-46 (2018)
- Jeong HS, Ju NM. Optimization of rheological properties for the processing of Omija-pyun (Omija jelly) by Response Surface Methodology. *Korean J. Food Cook. Sci.* 19: 429-438 (2003)
- Jeong JM. Antioxidative and antiallergic effects of aronia (*Aronia melanocarpa*) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 1109-1113 (2008)
- Joo SY, Ryu HS, Choi HY. Quality characteristics of Jelly added with aronia (*Aronia melanocarpa*) juices. *Korean J. Food Cook. Sci.* 31: 456-464 (2015a)
- Joo HY, Ryu MS, Kim EJ. Aronia: Basic book of agricultural technology distribution. Rural development administration rural support bureau, Jeonju, Korea. pp. 10-11 (2015b)
- Kim KH, Lee KH, Kim SH, Kim NY, Yook HS. Quality characteristics of jelly prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit Powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 110-115 (2010)
- Kim WM, Lee YS. A study on antioxidant activity of bread with waxy black rice flour added. *Culi Sci & Hos Res.* 13: 178-185 (2007)
- Keast RSJ, Breslin PAS. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Qual. Prefer.* 14: 111-124 (2003)
- Lagemann RT. A relation between viscosity and refractive index. *J. Am. Chem. Soc.* 67: 498-499 (1945)
- Laura F, Lucia P, Serena L, Caroline P, Luca R, Marco C, Giulia B, Luca C. Linear viscoelastic properties of selected polysaccharide gums as function of concentration, pH, and temperature. *J. Food Sci.* 84: 65-72 (2018)
- Lee WG. Quality characteristic and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with black currant (*Ribes nigrum* L.) powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 24: 113-120 (2018)
- Lee DH, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder. *Korean J. Food Preserv.* 27: 111-118 (2020)
- Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. 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 (2005)
- Lee DS, Park JH, Yoo SS. Quality and antioxidant activity characteristics of blueberry-pyun with different amounts of blueberry juice. *Korean J. Food Cook. Sci.* 31: 718-724 (2015)
- Lee JA. Quality characteristics and antioxidant effects of white bean paste added aronia powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 23: 29-37 (2017)
- Lee JA, Yoon JY. The quality and antioxidant properties of cookies containing aronia powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 22: 179-189 (2016)
- Lees R, Jackson EB. Sugar confectionary and chocolate manufacture. Leonard Hill Books, Aylesbury, UK. P. 226 (1990)
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Overproduction aronia, explanatory data in support for orchard maintenance. Available from: <https://www.mafra.go.kr/bbs/mafra/69/319559/artclView.do>. Accessed Jan. 30, 2021.
- Ministry of Food and Drug Safety. Texture analysis of jelly. Available from: http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=272. Accessed Jan. 28, 2021.
- Moorhouse R, Walkinshaw MD, Arnott S. Xanthan gum molecular conformation and interactions. Vol. 45, pp. 90-102. In: Extracellular Microbial Polysaccharides. Sandford PA, Laskin A (eds). ACS Symp. Ser., San Francisco, CA, USA (1977)
- Nuno M, Elisabete C, Catarina L, Victor-de F. Influence of the tannin structure on the disruption effect of carbohydrates on protein-tannin aggregates. *Anal. Chim. Acta.* 513: 135-140 (2004)
- Oh HJ, Back JW, Lee JY, Oh YJ, Lim SB. Quality characteristics of jelly added with pressed kiwi (*Actinidia chinensis* var. *Halla Gold*) Juice. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 19: 110-120 (2013)
- Olas B, Wachowicz B, Tomczak A, Eler J, Stochmal A, Oleszek W. Comparative anti-platelet and antioxidant properties of polyphenol-rich extracts from berries of *Aronia melanocarpa*, seeds of grape and bark of *Yucca schidigera* in vitro. *Platelets.* 19: 70-77 (2008)
- Omran MM, Fiani F, Saraei AG, Koohyar F, Rostami AM. Determination and study on refractive indices and viscosities of aqueous solutions of citric acid, (citric acid+glycerol), and (citric acid+ d-sorbitol) at T=293.15K-323.15K and atmospheric pressure. *Food Chem.* 289: 436-442 (2019)
- Oszmianski J, Wojdylo A. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. Food Res. Technol.* 221: 809-813 (2005)
- Park HJ, Chung HJ. Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. *Korean J. Food Preserv.* 21(5): 668-675 (2014)
- Park HJ, Jeong SH, Yoon HH, Jung JH, Song JY. Optimization of the acetic acid fermentation for aronia vinegar using response surface methodology. *Korean J. Food Cook. Sci.* 30: 792-799 (2014)
- Park MJ, Kim HK, Choi KK, Koo BY, Lee SK. Fermentation characteristics of makgeolli containing aronia (*Aronia melanocarpa*, black chokeberry). *Korean J. Food Sci. Technol.* 48: 27-35 (2016)
- Park JE. Tannin reducing effect of aronia by using LAB isolated from Makgeolli. MS thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea. pp. 42-45 (2020)
- Price ML, Van-Scyoc S, Butler LG. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agr. Food Chem.* 26: 1214-1218 (1978)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.* 26: 1231-1237 (1999)
- Santos JS, Brizola BRA, Granato D. High-throughput assay comparison and standardization for metal chelating capacity screening: A proposal and application. *Food Chem.* 214: 515-522 (2017)
- Shin HJ, Byun OH, Kim YJ, Bang BY, Park JM, Jeong YS, Bai DH. Study of tannin reducing effect of aronia by yeast isolated from jeotgal. *Kor. J. Mycol.* 43: 247-252 (2015)
- Simeonov SB, Botushanov NP, Karahanian EB, Pavlova MB, Housianitis HK, Troev DM. Effects of *aronia melanocarpa* juice as part of the dietary regimen in patients with diabetes mellitus. *Folia. Med. (Plovdiv).* 44: 20-23 (2002)
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158 (1965)

- Soares S, Brandão E, Mateus N, de Freitas V. Sensorial properties of red wine polyphenols: Astringency and bitterness. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57: 937-948 (2017)
- Statistics Korea. 2018. Changes in domestic sales amount by confectionery item, Available form: https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=145&tblId=TX_14503_A049_1&conn_path=I2. Accessed Jan 30, 2021.
- Sun B, Ricardo-da-Silva J, Spranger I. Critical factors of vanillin assay for catchins and proanthocyanidins. *J. Agr. Food Chem.* 46: 4267-4274 (1998)
- Tanaka T, Tanaka A. Chemical components and characteristics of black chokeberry. *J. JPN SOC. FOOD SCI.* 48: 606-610 (2001)
- Wu X, Gu L, Prior RL, Mckay S. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia* and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *J. Agr. Food Chem.* 52: 7846-7856 (2004)
- Yoo HJ, Chung HS. Physiochemical characteristics and antioxidant activity of jellies added with green tea woojeon. *J. Kor. Tea Soc.* 24: 69-75 (2018)
- Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ. Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 273-280 (2014)