J East Asian Soc Diet Life
31(4): 226~235 (2021)
http://dx.doi.org/10.17495/easdl.2021.8.31.4.226

첨가당을 달리한 아로니아(*Aronia melanocarpa*)청의 품질 특성 연구

이 선 미[1] · 고 은 미[2†]

[1]대전대학교 식품영양학과 부교수, [2]서울여자대학교 식품응용시스템학부 식품영양학전공 부교수

Study on the Quality Characteristics of Aronia Cheong Prepared with Different Sugars

Sun Mee Lee[1] and Eunmi Koh[2†]

[1]Associate Professor, Dept. of Food and Nutrition, Daejeon University, Daejeon 34520, Republic of Korea
[2]Associate Professor, Major of Food & Nutrition, Division of Applied Food System, Seoul Women's University, Seoul 01797, Republic of Korea

ABSTRACT

This study examined the characteristics of aronia cheong prepared with the addition of sugar (AR_SU), sugar and oligosaccharide (AR_SO), and oligosaccharide (AR_OL) over 90 days. The soluble solid content of AR_SU was the highest among the samples and remained constant throughout the storage period, but that of AR_OL gradually decreased. The acidity increased significantly on the 90th day compared to the 30th day of storage, with the highest increase in AR_OL. L, a, and b values of all samples decreased during storage. The tannin content of AR_SU increased during storage, but there was no significant difference between the levels at 60 days and 90 days. The tannin content of AR_OL decreased continuously, but it was significantly higher than AR_SU and AR_SO. However, the tannin content of all three samples decreased by 1/3rd to 1/2 at day 90, compared with the samples at day 0. The anthocyanin content decreased in all samples during the storage period. The ABTS radical scavenging activity of AR_SU and AR_OL increased by the 60th day, but decreased slightly on the 90th day, while it increased continuously in AR_SO. In the sensory evaluation test, flavor, astringency, and sourness were higher in the decreasing order of AR_OL, AR-SO, AR_SU, and sweetness, in the decreasing order of AR_SU, AR_SO, AR_OL. AR_SU was very sweet, and AR_OL had a weak sweet taste, but a strong unattractive flavor. So, the overall preference was the highest for AR_OL. Based on the above results, the addition of AR_SO is recommended to increase the consumption of aronia which has potential health benefits.

Key words: aronia, oligosaccharides, tannin, anthocyanin, sensory evaluation

서 론

아로니아(aronia, black chokeberry, *Aronia melanocarpa*)는 장미과에 속하는 관목으로 열매는 검보라빛을 띤 작은 체리 모양이고, 원산지는 북아메리카이며, 약 100년 전 유럽으로 전파되었다(Chrubasik C 등 2010). 아로니아에는 cyanidin 3-glucoside, cyanidin 3-galactoside, cyanidin 3-xyloside, cyanidin 3-arabinoside, pelargonidin 3-galactoside, pelargonidin 3-arabinoside 등의 안토시아닌과 클로로젠산, 퀘르세틴 유도체, proanthocyanidin과 같은 폴리페놀 물질의 함량이 특히 높아 항산화성이 매우 우수한 것으로 알려져 있다(Denev PN 등 2012; Rodr´ıguez- Werner M 등 2019). 이로 인해 아로니아는 고혈압, 이상지질혈증, 당 대사 장애, 염증, 혈전증 등에 효과가 있어 동유럽에서는 고혈압이나 죽상동맥경화증에 민간요법으로 사용되었다(Jurikova T 등 2017). 최근 만성질환의 예방 등에 천연 식품의 이용을 증가시키려는 시도가 많이 이루어지고 있는데, 아로니아는 아직까지 이용이 덜 되고 있는 베리(berry)류로 안토시아닌 등 폴리페놀 물질의 함량이 높아 이용 가치에 관심이 높다. 그러나 이러한 생리활성 성분의 다량 존재에도 불구하고, 아로니아 열매는 단맛이 약하고 떫은 맛이 강하여 생과 자체로는 거의 소비되지 못하고, 잼이나 음료, 차, 시럽 등으로 가공되어 이용되고 있다(Vagiri M & Jensen M 2017).

사회가 발전하면서 건강에 관한 관심은 점차 고조되고 있으며, 설탕 소비를 줄이고자 하는 노력이 계속되고 있다. 이소말토올리고당(isomaltooligosaccharides)은 α-(1,6) 결합으로 연결된 포도당 잔기를 40~95% 정도 가지는 올리고당을 말하며, 보통 옥수수 전분을 가수분해하여 얻는다. 칼로리가 설탕의 70% 정도로 낮고, 산에 강하여 사람이 섭취했을 때 대장까지 무사히 도달할 수 있어 prebiotics의 기능을 하고, 열

† **Corresponding author :** Eunmi Koh, Tel: +82-2-970-5649, E-mail: kohem7@swu.ac.kr

에 비교적 강하여 조리에 사용하기에도 적합하여 설탕 대체 감미료로 많이 이용되고 있다(Glibowski P & Skrzypczak K 2017).

아로니아는 2013년 국내 건강식품 고소득 작목으로 부상하면서 단기간에 재배가 확대되어 생산이 과잉되었고, 최근까지도 가격 하락 문제가 대두되었는데 일반적으로 가정에서 생과를 분쇄, 착즙하여 이용하고 있으며, 가공 판매는 소량 이루어지고 있고, 동유럽으로부터 분말 형태로 수입되어 많이 이용되고 있다(Joo HY 등 2015). 아로니아에 관한 연구는 다수 이루어졌는데, 항산화성(Lee HM 등 2013; Lim JD 등 2014; Kim DW 등 2021), 생리활성(Choi KH 등 2015; Chung HJ 2016; Lee S 등 2016; Gim SW 등 2020), 안토시아닌 색소(Hwang ES & Ki KN 2013)에 관한 연구가 있고, 식품에 응용한 예로는 아로니아 식빵(Yoon HS 등 2014), 어묵(Yun JU 등 2017), 케이크(Jang NH 등 2018), 막걸리(Park MJ 등 2016), 머핀(Park HJ & Cheong HJ 2014), 양갱(Hwang ES & Lee YJ 2013), 국수(Jung BM 2018), 젤리(Joo SY 등 2015), 식초(Park HJ 등 2014) 등 다수의 연구가 있다. 그러나 대부분 소비자가 쉽게 첨가하여 섭취할 수 있는 형태가 아니고 다량 첨가되지 않으며, 기피하게 되는 특징인 떫은맛이 강한 경우가 많으므로, 본 연구에서는 생리활성 물질을 풍부하게 함유한 아로니아를 손쉽게 상당량 섭취할 수 있도록 당을 달리하여 아로니아청을 제조하고 저장하면서 이화학적·관능적 특성 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

아로니아는 2020년 7월 통영의 농장에서 구입하였고, 백설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 이소말토올리고당(수분 제외 50% 이상, Ottogi Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)은 지역 식료품점(Seoul, Korea)에서 구입하여 이용하였다.

2. 실험 방법

1) 아로니아청 제조

아로니아는 흐르는 물에 3회 세척하여 채반에 놓고 물기를 뺀 뒤 설탕과 올리고당을 첨가하여 아로니아청을 제조하였다. 자비 소독한 1 L 부피의 광구 유리병에 아로니아 300 g과 당 종류를 설탕 300 g(AR-SU), 설탕 150 g과 올리고당 150 g (AR_SO), 올리고당 300 g (AR-OL)의 세 종류(Table 1)로 하여 재료를 켜켜로 담았다. 관능검사용 시료는 동일한 방법으로 3 L 유리병에 아로니아 1 kg과 3가지 당을 1 kg씩 담아 제조하였다. 배합된 시료는 20℃로 세팅된 항온기(IL3-25A, JEIO TECH, Korea)에 넣고 15일 간격으로 용기를 흔들어 시료와 아로니아를 섞어 주었다. 시료는 제조 당일, 30일, 60일, 90일에 분석되었다. 제조 당일에는 당과 아로니아 혼합물을 진공 블렌더(I8800, IEP, Namyangju, Korea)로 speed 9에서 2분간 분쇄하여 시료로 사용하였고, 이후에는 과육에서 용출된 액체와 당의 혼합물인 아로니아청을 사용하였다.

Table 1. Ingredients for aronia cheong with sugar and oligosaccharides (g)

Sample	AR_SU	AR_SO	AR_OL
Aronia	300	300	300
Sucrose	300	150	-
Oligosaccharides	-	150	300

2) 당도 측정

아로니아청의 당도 측정을 위해 제조 당일 시료와 저장 후 만들어진 아로니아청을 증류수와 1:1(v/v)로 희석한 뒤 굴절계(PAL-1, Atago, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3) 산도 측정

아로니아청의 산도는 시료 1 g에 함유된 유기산을 중화하는데 소모된 수산화나트륨(NaOH)의 양을 측정하여 다음의 공식을 이용하여 계산하였다. 시료를 증류수로 4배 희석하고, 1% 페놀프탈레인 용액 2-3 방울을 첨가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 pH meter(32000P, Agilent, Shanghai, China)를 이용하여 pH가 8.1이 되는 점을 종말점으로 하였다. 3회 반복 측정하여 아로니아의 주요 유기산으로 보고된 사과산(malic acid)으로 환산하여 산도(%)를 구하였다.

$$Acidity\,(\%) = \frac{V * F * A * D}{s} * 100$$

V : 0.1 N NaOH의 적정 소비량(mL)
F : 0.1 N NaOH의 역가
A : 0.1 N NaOH 용액 1 mL에 상당하는 유기산의 양(g, 사과산 0.0067)
D : 희석배수
s : 시료의 채취량 (g)

4) 색도 측정

아로니아의 색도 측정은 시료를 지름 5 cm petri dish에 시료 10 g을 담고, 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 표준 백색판(standard plate)의 값은 L=97.10, a=0.02, b=1.82이었다. 모든 시료는 3

회 반복 측정하여 평균값±표준편차로 색도를 나타내었다.

5) 탄닌 함량 측정

총 탄닌 함량은 Price ML & Butler LG(1977)의 방법을 수정하여 측정하였다. 시료는 nylon syringe filter(Ø 25 mm, pore size 0.45 μm, Hyndai micro. Korea)를 통과시킨 뒤 증류수로 400배 희석하고 1 mL를 취하였다. 여기에 0.025 M $FeCl_3$ 용액 2 mL와 8 mM $K_3[Fe(CN)_6]$ 용액 2 mL를 가하고 잘 섞은 뒤 10분간 방치하고 분광광도계(Biochrom Libra S22, Santa Barbara, CA, USA)로 720 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 tannic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

6) 안토시아닌 함량 측정

총 안토시아닌 함량은 Lee J 등(2005)의 방법인 pH differential method를 이용하여 측정되었다. pH 1.0과 pH 4.5인 완충용액은 0.025 M 염화칼륨 용액과 0.4 M 아세트산나트륨 용액에 염산을 첨가하여 제조되었다. 시험관 2개에 시료를 각각 1 mL씩 취하고, 두 가지 완충액을 4 mL씩 첨가하고 혼합하였다(Vortex-Genie 2, G560E, Bohemia, NY, USA). pH 1.0과 pH 4.5 혼합액은 520 nm와 700 nm에서 흡광도가 각각 측정되었다(Biochrom Libra S22, Santa Barbara, CA, USA). 총 안토시아닌 함량은 아래 식을 이용하여 생중량 또는 건조중량 100 g 당 mg으로 환산되었다.

총 안토시아닌 함량(cyanidin-3-glucoside equivalents, mg/L)

$$=\frac{A\times MW\times DF\times 10^3}{\epsilon\times 1}$$

A=pH 1.0(A_{520} nm$-A_{700}$ nm)$-$pH 4.5(A_{520} nm$-A_{700}$ nm)
MW=cyanidin-3-glucoside의 분자량(449.2 g/mol)
DF=희석배수
ε=cyanidin-3-glucoside의 몰 흡광계수(26,900 L/mol × cm)

7) ABTS Radical Scavenging Activity 측정

7 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 용액과 2.45 mM potassium persulfate 용액을 2:1의 비율로 섞은 용액 2 mL에 5의 방법과 같이 전처리한 시료 20 μL를 갈색병에 담고 잘 섞은 후 상온에서 4분간 방치하고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re R 등 1999). 표준물질은 Trolox(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)가 사용되었다.

$$ABTS\,radical\,scavenging\,activity\,(\%)$$
$$=(1-\frac{Absorbance_{sample}}{Absorbance_{control}})\times 100$$

8) 관능검사

식품영양학과 대학원생 20명을 대상으로 저장 후 90일째 아로니아청의 냄새(flavor), 신맛(sourness), 단맛(sweetness), 떫은맛에 대하여 9점 척도법을 이용하여 특성 강도(1점:매우 약함, 9점:매우 강함)와 전체적 기호도(1점: 매우 나쁨, 9점: 매우 좋음)에 대한 관능검사를 실시하였다.

9) 통계처리

모든 실험 결과 값은 SPSS 21.0 program(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 평균±표준편차로 나타내었고, 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance, ANOVA)으로 유의성 검증을 하고, Duncan's multiple range test로 사후검증을 실시하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

1. 당도

올리고당을 첨가하여 제조한 아로니아청의 시료별, 저장기간별 당도는 Table 2와 같았다. 제조 당일 설탕만 첨가하여 제조한 아로니아청(AR_SU), 설탕과 올리고당을 1:1로 혼합하여 첨가한 경우(AR_SO), 올리고당만 첨가한 경우(AR_OL) 당도에 유의적인 차이가 있었는데(p<0.001), 설탕만 첨가한 AR-SU가 56.5 °Brix로 가장 높았고, 올리고당을 혼합한 AR-SO가 49.6 °Brix으로 그 다음으로 당도가 높았고, 올리고당만 사용한 AR_OL의 경우 43.0 °Brix로 가장 낮았다. 이러한 경향은 저장기간 내내 유지되었다. 실험에 사용된 올리고당은 이소말토올리고당이 50% 이상 함유된 것이었는데, 올리고당은 액상으로 고형인 설탕보다 수분 함량이 높아 상대적으로 당 함량이 적었던 것으로 여겨진다.

저장기간별로 당도의 차이를 보았을 때 제조 당일보다 시일이 지나면서 당도가 높았던 이유는 저장 당일은 아로니아 과육과 당용액의 혼합물 상태를 균질화하여 측정하였고, 제조 당일 이후 시료는 과육에서 용출된 액상 부분을 사용했기 때문이다. 30일 이후 저장기간에 따라 AR_SU의 경우는 당도가 유지되었고, AR_SO와 AR_OL의 경우는 감소하는 경향을 보였는데, 이는 설탕의 경우 30일 정도에 삼투압 작용이 거의 다 이루어졌고 올리고당을 첨가한 경우 삼투압 작용이 설탕에 비해 더디게 일어나 지속적으로 수분이 나와 아로니아청의 당도가 낮아졌고, 올리고당이 첨가된 경우는 미생물에 의한 당 발효가 상대적으로 많이 진행되어 당도가 낮아진 것으로 생각된다.

Mun KH 등(2019)의 설탕과 프럭토올리고당(함량 25%)을 매실과 각각 1:1로 제조한 매실청 연구에서 제조 12주 후 설탕 시료는 53 °Brix, 프럭토올리고당 시료는 36 °Brix로 본 연

Table 2. Changes of soluble solid contents of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides during storage (°Brix)

Sample[1)]	Storage days				*F* value
	0	30	60	90	
AR_SU	56.5±0.31[2)aB3)]	61.1±0.23[aA]	60.4±1.64[aA]	60.9±0.31[aA]	19.63[***4)]
AR_SO	49.6±0.35[bD]	56.3±0.46[bA]	54.53±1.63[bB]	52.47±0.12[bC]	32.91[***]
AR_OL	43.0±0.00[cB]	46.7±0.64[cA]	45.33±1.68[cAB]	43.8±0.12[cB]	3.22[NS]
F value	1,748.69[***]	148.94[***]	63.72[***]	144.01[***]	

1) AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides.
2) Values are means±S.D.
3) Mean values with different superscript lowercase letters within a column and superscript capital letters within a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
4) Level of significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

구와 유사한 결과를 나타내었다. Bae MJ & Yoo SH(2019)의 설탕과 이소말토올리고당으로 제조한 매실청 연구에서도 90일간 저장하며 당도를 측정한 결과가 본 연구결과와 유사하였다.

2. 산도

당의 종류를 달리한 아로니아청의 저장 기간별 산도 측정 결과는 Table 3과 같았다. 저장 30일, 60일, 90일째 당 종류에 따른 산도를 비교해 보면 설탕만을 사용한 경우가 가장 낮았다. 올리고당이 첨가된 경우, 산도가 높았던 것은 설탕을 사용한 경우보다 발효가 많이 진행되어 미생물들이 생산하는 유기산이 증가하였기 때문으로 여겨진다. 올리고당 사용량과 쑥 당-추출액의 발효 연구(Hong SY 등 2018)에서는 발효가 진행됨에 따라 산도는 높아졌으나, 미생물 대사에 따라 유기산별 함량 변화는 차이가 있다고 하였다. 제조 30일째에 비해 90일에는 모든 시료에서 산도가 증가하였다. 안토시아닌은 시간이 지남에 따라 phenolic acid, protocatechuic acid, gallic acid 등으로 분해된다고 알려져 있는데(Kay CD 등 2009), 아로니아의 안토시아닌 분해로 생성된 산성 물질이 산도 증가에 기여했을 것으로 사료된다. 90일째 산도가 증가하였으나 변화 양상이 일정하지 않았던 것은 미생물 작용과 안토시아닌 분해 등의 복합적인 요인에 의한 것으로 추측된다.

3. 색도

당의 종류를 달리한 아로니아청의 저장기간별 색도 측정 결과는 Table 4와 같았다. 제조 당일 시료는 아로니아 과육을 포함하고 있고, 저장 30일부터의 시료는 아로니아청이었기 때문에 제조 당일 시료와 저장 시료 사이에는 L, a, b 값

Table 3. Changes of acidity of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides during storage (%)

Sample[1)]	Storage days				*F* value
	0	30	60	90	
AR_SU	6.92±0.39[2)A3)]	4.80±0.17[cBC]	4.36±0.18[bC]	5.11±0.21[cB]	59.95[***4)]
AR_SO	6.59±0.19[B]	5.62±0.12[bC]	6.35±0.15[aB]	8.34±0.07[aA]	205.39[***]
AR_OL	6.86±0.17[B]	7.02±0.48[aAB]	6.26±0.14[aC]	7.44±0.24[bA]	8.608[*]
F value	1.313[NS5)]	41.74[***]	160.42[***]	238.07[***]	

1) AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides.
2) Values are means±S.D.
3) Mean values with different superscript lowercase letters within a column and superscript capital letters within a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
4) Level of significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.
5) NS: not significant.

Table 4. Changes of color of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides during storage

Sample[1)]		Storage days				*F* value
		0	30	60	90	
L	AR_SU	28.62±0.09[2)C3)]	61.57±0.18^{aA}	30.69±0.11^{aB}	25.87±0.32^{aD}	21,465.92***[4)]
	AR_SO	28.82±0.11^{B}	58.90±0.43^{bA}	29.20±0.13^{bB}	25.01±0.22^{bC}	11,572.62***
	AR_OL	28.77±0.38^{B}	56.51±0.12^{cA}	27.94±0.15^{cC}	24.67±0.23^{bD}	11,139.82***
	F value	0.552^{NS}[5)]	251.52***	323.73***	17.05**	
a	AR_SU	1.95±0.13^{aD}	18.65±0.43^{bA}	11.30±0.06^{bB}	4.93±0.38^{bC}	1,927.82***
	AR_SO	2.96±0.34^{bD}	20.88±0.59^{aA}	12.28±0.10^{aB}	5.16±0.54^{aC}	1,038.21***
	AR_OL	3.83±0.06^{cC}	20.28±0.13^{aA}	11.24±0.10^{bB}	3.74±0.56^{cC}	2,162.85***
	F value	59.649***	22.12***	130.37***	7.03*	
b	AR_SU	−0.02±0.03^{D}	4.18±0.29^{cA}	3.45±0.10^{cB}	1.37±0.13^{bC}	403.59***
	AR_SO	0.38±0.31^{D}	6.75±0.20^{bA}	4.72±0.10^{aB}	1.69±0.20^{aC}	533.46***
	AR_OL	0.53±0.05^{D}	8.13±0.19^{aA}	3.98±0.03^{bB}	0.82±0.01^{cC}	3,762.62***
	F value	7.295^{NS}	227.83***	182.70***	30.47**	

1) AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides.
2) Values are means±S.D.
3) Mean values with different superscript lowercase letters within a column and superscript capital letters within a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
4) Level of significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.
5) ^{NS} : not significant.

모두에서 유의적인 색도 차이가 있었다($p<0.001$). L 값의 경우, 제조 당일 시료는 과육이 섞인 시료여서 상당히 어두운 보라빛을 나타내어 L 값이 낮았으나, 저장 30일째에는 아로니아 성분이 당용액에 일부 추출되면서 밝은 분홍색을 띄어 L 값이 증가되었다. 이후 저장 기간이 늘어남에 따라 안토시아닌 색소를 포함한 아로니아 성분 추출이 지속되어 아로니아청은 점점 짙어져 모든 시료에서 L 값은 유의적으로 감소하였다. 적색도를 나타내는 a 값은 제조 당일 시료의 경우, 아로니아의 짙은 보랏빛으로 값이 낮았으나, 아로니아청의 경우 저장 30일에는 분홍빛을 나타내면서 상대적으로 높은 a 값을 나타내었고, 저장기간이 길어짐에 따라 안토시아닌이 중합되면서 색이 변하여 설탕(AR_SU), 설탕과 올리고당(AR_SO), 올리고당(AR_OL)을 사용한 세 시료에서 a 값은 유의적으로 감소하였다($p<0.001$). 황색도를 나타내는 b 값은 a 값의 변화와 유사한 양상을 나타내어, 아로니아청은 저장기간이 길어짐에 따라 황색도는 감소하였다. 안토시아닌은 시간이 지남에 따라 단량체(monomer)가 중합되면서 색 변화를 유도되었거나(He F 등 2012), 안토시아닌이 산화 또는 금속과 착화합물을 생성하여 색이 어두워지면서 저장기간이 길어질수록 아로니아청의 L, a, b 값이 감소된 것으로 보인다. 사용한 당의 종류에 따라서는 색도의 차이가 있었으나, 일관적이지 않아 당의 종류는 색도의 변화에 큰 의미가 없는 것으로 여겨진다.

4. 탄닌 함량

당의 종류를 달리한 아로니아청의 저장 기간별 탄닌 함량 측정 결과는 Table 5와 같았다. 제조 당일 시료는 아로니아 과육을 포함하고 있기 때문에 탄닌 함량이 매우 높았으며, 당 종류들 달리한 시료들 간에 유의적 차이가 없었다. 이후 저장 기간 동안 아로니아청의 탄닌 함량을 살펴본 결과, 청은 과육을 함유하지 않기 때문에 설탕만을 사용한 경우는 제조 당일 시료에 비하여 탄닌 함량은 1/3 수준으로 감소하였고, 올리고당만을 사용한 경우는 1/2 이하 수준으로 감소하였다. 설탕만을 사용한 아로니아청의 탄닌 함량은 저장기간이 늘어남에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). 설탕을 사용한 청에서 저장 30일째 탄닌 함량이 가장 낮았고, 60일, 90일째에는 증가하였는데, 60일 이후 탄닌 함량은 유지되는 것으로 여겨지며, 올리고당을 사용한 경우 저장 30일째 탄닌

Table 5. Changes of tannin contents of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides during storage (ppm)

Sample[1)]	Storage days				*F* value
	0	30	60	90	
AR_SU	1,514.85±29.67^{A}	381.16±22.03^{cC}	525.25±50.28^{bB}	516.38±9.67^{cB}	827.82***[4)]
AR_SO	1,612.75±102.00^{A}	543.91±45.44^{bB}	594.69±49.65^{bB}	639.96±5.05^{bB}	209.85***
AR_OL	1,507.51±47.77^{A}	860.53±53.41^{aB}	775.18±40.56^{aC}	707.88±14.86^{aC}	232.76***
F value	2.290^{NS}[5)]	98.98***	22.57**	249.54***	

1) AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides.
2) Values are means±S.D.
3) Mean values with different superscript lowercase letters within a column and superscript capital letters within a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
4) Level of significance: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.
5) ^{NS} : not significant.

함량이 가장 높았고 이후 감소하는 경향을 보였으나 90일째에도 세 시료 중 탄닌 함량이 가장 높았다. 아로니아의 떫은 맛은 flavan-3-ol이나 flavan-3,4-diol 단위가 축합된 탄닌 때문인데, 가열과 산화 등에 의해 안토시아닌으로 변하기 때문에 proanthocyanidin이라 부른다(Gawel R 등 2001; Qin Z 등 2021). 다양한 용매를 사용한 탄닌 추출 연구가 이루어졌는데, methanol>ethanol>acetone>ethyl acetate의 순서로 극성이 강한 용매에서 탄닌 추출이 잘 이루어졌다는 연구 결과도 있으나(Das AK 등 2020), 당 용액에 따른 추출효율을 비교한 연구는 보고되지 않았다. 본 연구 결과에서 설탕으로 제조한 아로니아청에서의 탄닌 함량이 올리고당으로 제조한 아로니아청의 탄닌 함량이 올리고당으로 제조한 아로니아청보다 높았는데, 안토시아닌으로의 전환비율이나 당의 특성 등에 따른 것으로 여겨지며, 추후 연구가 더 필요하겠다.

5. 안토시아닌 함량

아로니아 청의 안토시아닌 함량 변화는 Fig. 1과 같았고, 저장기간에 따라 지속적으로 감소하였다($p<0.001$). Hwang ES & Ki KN(2013)의 연구에서도 아로니아 10% 용액을 4℃에서 10주간 저장 시 냉동 저장에 비해 안토시아닌 색소가 20% 이상 감소했다고 하였는데, 본 연구에서는 20℃에서 저장하며 실험을 하여 안토시아닌 색소의 감소가 더욱 많이 일어난 것으로 보인다. 또한 당의 종류에 따라서 아로니아 청의 안토시아닌 색소 안정성도 달랐는데($p<0.001$), 기존의 베고니아 꽃잎(Kang CS 등 2003), 흑미(Park YJ 등 2006), 아로니아의 안토시아닌 연구(Hwang ES & Ki KN 2013)에서 다양한 당 용액에 저장 시 안토시아닌 색소 함량이 감소하였고, 과당, 맥아당, 설탕 용액 사용 시 색소 감소가 많았고, 당 농도에 따라서도 저농도보다 고농도의 용액에서 감소가 더

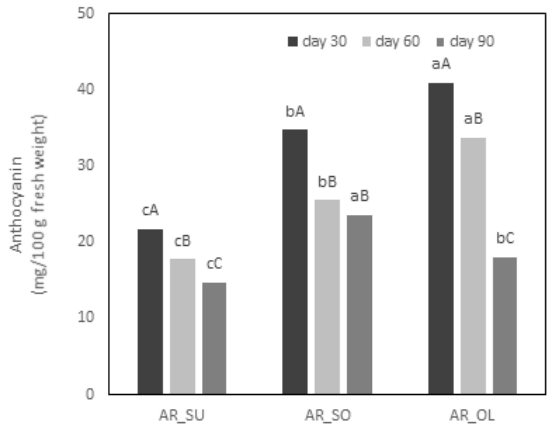

Fig. 1. Changes of anthocyanin contents of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides during storage. AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides. Values with different lowercase letters above the bars are significantly different by storage days within the same samples, and with different capital letters different by samples on the same storage day at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

큰 폭으로 이루어졌다고 하였다. 본 연구에서도 설탕, 설탕과 올리고당, 올리고당을 사용한 경우 모두 저장기간에 따라 안토시아닌 함량 감소가 일어났고, 올리고당만을 사용한 경우 가장 급격한 감소가 일어났다. 또한 시료의 당 함량이 40~60 °Brix로 매우 높고, 저장기간이 앞서 언급한 기존의 연구는 수일이었던데 반해 90일까지로 길어 안토시아닌 색소의 감소가 더욱 많았던 것으로 생각된다. 당 첨가에 따른 안토시아닌 색소의 안정성은 식물체의 안토시아닌에 결합된 당의 종류에 따라서도 달라진다고 하여(Malien-Aubert C 등

2001) 식물체 종류, 당 종류, 당의 농도, 저장기간 등 여러 요인에 의하여 함량이 변한다고 하겠다.

6. ABTS 라디칼 소거능

아로니아청의 ABTS 라디칼 소거능 측정결과는 Table 6과 같았다. 제조 당일 세 시료에서는 유의적 차이가 없었으나, 저장 기간에 따라 당의 종류에 따른 라디칼 소거능에 차이가 있었다. 설탕과 올리고당만을 각각 사용한 경우는 저장 30일째에 비해 60일째 급격한 상승이 있었고, 이후 90일째에는 다소 감소하는 양상을 보였다. 그러나 설탕과 올리고당을 혼합하여 사용한 경우는 지속적으로 ABTS 라디칼 소거능이 증가하였다. 이러한 결과는 앞선 안토시아닌 함량 변화와 연관성이 적고, 설탕, 설탕과 올리고당을 사용한 경우는 탄닌 함량 변화와 유사한 양상을 나타내었으나, 올리고당만을 사용한 경우는 연관성이 적었다. 아로니아 에탄올 추출물의 저장기간에 따른 항산화 효과 연구(Hwang ES & Yeom MS 2019)에서 4℃에서 저장하는 경우 4주에서 12주까지는 저농도 추출액의 경우 완만한 ABTS 라디칼 소거능 감소를 나타내어 본 연구의 결과와는 상이하였는데, 저장 온도와 추출액의 종류, 아로니아의 농도, 폴리페놀 물질 등이 모두 항산화성에 영향을 끼치는 것으로 보인다.

아로니아청 제조 시 항산화성을 높이는 측면에서는 설탕만 사용하기보다는 설탕과 올리고당을 혼합하거나 올리고당만을 이용하고, 숙성 기간을 60일 이상으로 하는 것이 바람직할 것으로 여겨진다.

7. 관능검사

저장 후 90일째 아로니아청의 냄새(flavor), 신맛(sourness), 단맛(sweetness), 떫은 맛(astringency)에 대한 강도(매우 약함: 1점, 매우 강함: 9점)와 전체적 기호도(overall acceptance)에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Table 7과 같았다. 올리고당만을 사용한 경우 냄새가 유의적으로 강하다고(p<0.001) 하였는데, 설탕만 사용한 경우와 설탕과 올리고당을 사용한 경우에 비해 발효취가 매우 강하게 났기 때문으로 여겨진다. 신맛의 경우는 설탕만 첨가한 경우가 가장 낮다고 하였고, 설탕 첨가량이 줄어들수록 강하다고 하였는데, 올리고당을 섞거나 올리고당만을 사용한 경우는 단맛이 감소하여 신맛을 masking하는 효과가 적었던 것으로 생각된다. 단맛의 정도는 올리고당의 당도가 설탕의 50% 정도이므로(Wikipedia 2021) 당도 측정에서와 마찬가지로 설탕만 사용한 경우가 가장 강하고, 올리고당만을 사용한 경우가 가장 낮게 나타났다. 떫은 맛은 설탕, 설탕과 올리고당, 그리고 올리고당을 첨가한 순서대로 강하다고 하였는데, 이러한 결과는 Table 5에서와 같이 저장 90일째 아로니아청의 탄닌 함량 순서와 일치하였다. 마지막으로 전체적 기호도에 대한 관능검사 결과는 설탕과 올리고당을 동량으로 첨가하여 제조한 아로니아청이 가장 높게 나타났고, 다음 설탕으로 제조한 경우이었으며, 올리고당만을 첨가하여 제조한 경우는 유의적으로(p<0.05) 다른 두 시료에 비해 기호도가 낮은 것으로 나타났다. 올리고당만을 첨가한 경우 단맛이 매우 낮고 신맛과 떫은맛은 강했으며, 발효취가 상당히 높아 전체적 기호도 점수가 낮게 나타난 것으로 보인다.

요약 및 결론

설탕(AR_SU), 설탕과 올리고당(AR_SO), 올리고당(AR_OL)

Table 6. Changes of ABTS radical scavenging activity of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides during storage (trolox equivalent)

Sample[1)]	Storage days				F value
	0	30	60	90	
AR_SU	218.94±21.77^{A}	112.14±0.94^{cC}	196.05±11.33^{cAB}	178.07±6.19^{cB}	39.47***[4)]
AR_SO	214.03±3.40^{B}	187.33±2.83^{bC}	233.10±11.79^{bAB}	241.28±16.99^{bA}	15.41**
AR_OL	211.85±18.85^{C}	216.76±13.71^{aC}	312.11±14.71^{aA}	277.78±3.78^{aB}	36.72***
F value	0.141^{NS}[5)]	160.67***	54.17***	67.15***	

1) AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides.
2) Values are means±S.D.
3) Mean values with different superscript lowercase letters within a column and superscript capital letters within a row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.
4) Level of significance: ** p<0.01, *** p<0.001.
5) ^{NS}: not significant.

Table 7. Sensory evaluation of aronia cheong prepared with sugar and oligosaccharides on the storage day 90

	Samples			*F* value
	AR_SU[1)]	AR_SO	AR_OL	
Flavor	4.75±1.94[2)a3)]	4.45±1.82[a]	6.75±1.89[b]	8.803[***4)]
Sourness	3.85±1.80[a]	5.65±1.84[b]	7.10±2.08[c]	15.027[***]
Sweetness	8.35±1.39[c]	6.35±0.88[b]	3.15±1.57[a]	80.320[***]
Astringency	3.75±1.74[a]	4.40±1.82[a]	5.80±2.69[b]	4.854[**]
Overall acceptance	5.05±2.09[b]	6.05±1.99[b]	2.90±1.45[a]	14.940[***]

1) AR_SU: Aronia cheong with sucrose, AR_SO: Aronia cheong with sucrose and oligosaccharides, AR_OL: Aronia cheong with oligosaccharides.
2) Values are means±S.D.
3) Mean values with different superscript within a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
4) Level of significance: ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

을 이용하여 아로니아청을 제조하고, 90일간 저장하면서 이화학적 특성을 측정하고 관능검사를 실시하였다. 당도는 AR_SU의 경우 시료 중 가장 높았고 저장기간 내내 일정하게 유지되었으나, AR_OL는 점차적으로 감소하였다. 산도는 저장 30일째에 비하여 90일째에 유의적으로 증가하였으며, AR_OL에서 증가가 가장 많았다. 색도는 저장기간에 따라 모든 시료에서 L, a, b 값이 감소하였다. 사용한 당의 종류에 따라 색도의 차이가 있었으나 일관적이지 않았다. 탄닌함량은 AR_SU의 경우 저장기간 동안 증가하였으나 60일과 90일에는 유의적인 차이가 없었고, AR_OL의 경우 지속적으로 감소하였으나 AR_SU와 AR_SO에 비하여 탄닌 함량이 높았다. 그러나 세 시료 모두에서 제조 당일보다 저장 90일째 탄닌 함량은 1/3~1/2 수준으로 감소하였다. 안토시아닌 함량은 저장기간에 따라 모든 시료에서 감소가 일어났고, AR_OL에서 가장 급격한 감소가 일어났다. ABTS 라디칼 소거능 측정 결과, AR_SU, AR_OL은 저장 30일째에 비해 60일째 급격한 상승이 있었고 이후 90일째에는 다소 감소하였고, AR_SO는 지속적으로 ABTS 라디칼 소거능이 증가하였다. 관능검사 결과, 발효취, 떫은맛, 신맛은 AR_OL>AR_SO>AR_SU 순서로 강했고, 단맛은 AR_SU> AR_SO>AR_OL로 강하게 평가되었으며, 전체적인 선호도에서는 AR_SO가 가장 높이 평가되었다. 이상의 결과로 볼 때 당을 이용한 아로니아청은 탄닌 함량이 감소되어 떫은 맛이 적어 섭취가 용이하고, 안토시아닌 함량은 감소하였으나 항산화 활성은 90일 저장 기간 동안 증가가 되며, 관능검사 결과 AR_SU는 단맛이 너무 강하고 AR_OL은 단맛은 약하고 발효취, 떫은 맛이 높게 나타나, 생리활성이 강하지만 떫은 맛이 강하여 소비가 제한적이었던 아로니아 이용을 높이기 위해서는 설탕과 올리고당을 혼합하여 아로니아청을 제조하여 섭취하는 것이 도움이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

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

REFERENCES

Bae MJ, Yoo SH (2019) Changes in oligosaccharide content during the storage period of maesil cheong formulated with functional oligosaccharides. Korean J Food Sci Technol 51(2): 169-175.

Choi KH, Oh HJ, Jeong YJ, Lim EJ, Han JS, Kim JH, Kim OY, Lee HS (2015) Physico-chemical analysis and antioxidant activities of Korea *Aronia melanocarpa.* J Korean Soc Food Sci Nutr 44(8): 1165-1171.

Chrubasik C, Li G, Chrubasik S (2010) The clinical effectiveness of chokeberry: A systematic review. Phytother Res 24(8): 1107-1114.

Chung HJ (2016) Comparison of bioactive constituents and biological activities of aronia, blackcurrant, and maquiberry. J Korean Soc Food Sci Nutr 45(8): 1122-1129.

Das AK, Islam MN, Faruk MO, Ashaduzzaman M, Dungani R (2020) Review on tannins: Cheongion processes, applications and possibilities. S Afr J Bot 135: 58-70.

Denev PN, Kratchanov CG, Ciz M, Antonin Lojek, Kratchanova MG (2012) Bioavailability and antioxidant activity of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenols: *In*

vitro and *in vivo* evidences and possible mechanisms of action: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 11(5): 471-489.

Gawel R, Iland PG, Francis IL (2001) Characterizing the astringency of red wine: A case study. Food Quality and Preference 12(1): 83-94.

Gim SW, Chae KS, Lee SJ, Kim KD, Moon JH, Kwon JW (2020) Main constituents and bioactivities of different parts of aronia (*Aronia melanocarpa*). Korean J Food Sci Technol 52(3): 226-236.

Glibowski P, Skrzypczak K (2017) Prebiotic and synbiotic foods. Chap 6. pp 155-188. In: Microbial production of food ingredients and additives. Holban AM, Grumezescu AM (eds). Academic Press, Cambridge, MA. USA.

He F, Liang NN, Mu L, Pan QH, Wang J, Reeves MJ, Duan CQ (2012) Anthocyanins and their variation in red wines II. Anthocyanin derived pigments and their color evolution. Molecules 17: 1483-1519.

Hong SY, Jeong WJ, Lee HY, Lee JH, Hwang CE, Kim SC, Joo OS, Cho KM (2018) Changes in yeast diversity and volatile flavor compounds during fermentation of mugwort sugar cheongs. Korean J Food Preserv 25(7): 863-873.

Hwang ES, Ki KN (2013) Stability of the anthocyanin pigment cheonged from aronia (*Aronia melancocarpa*). Korean J. Food Sci Technol 45(4): 416-421.

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 ES, Yeom MS (2019) Effects of storage temperature on the bioactive compound content and antioxidant activity of aronia (*Aronia melanocarpa*) fruit. Korean J food Preserv 26(5): 455-465.

Jang NH, Roh HS, Kang ST (2018) Quality characteristics of sponge cake made with aronia powder. Korean J Food Sci Technol 50(1): 69-75.

Joo HY, Ryu MS, Kim EJ (2015) Aronia: Basic Book of Agricultural Technology Distribution. Rural Development Administration Rural Support Bureau, Korea. pp 10-11.

Joo SY, Ryu HS, Choi HY (2015) Quality characteristics of jelly added with aronia (*Aronia melancocarpa*) juices. Korean J Food Cook Sci 31(4): 456-464.

Jung BM (2018) Quality characteristics of noodles added with aronia powder. Korean J Food Cookery Sci 34(1): 68-77.

Jurikova T, Mlcek J, Skrovankova S, Sumczynski D, Sochor J, Hlavacova I, Snopek L, Orsavova J (2017) Fruits of black chokeberry *Aronia melanocarpa* in the prevention of chronic diseases. Molecules 22(6): 944.

Kang CS, Ma SJ, Cho WD, Kim JM (2003) Stability of anthocyanin pigment cheonged from mulberry fruit. J Korean Soc Food Sci Nutr 32: 960-964.

Kay CD, Kroon PA, Cassidy A (2009) The bioactivity of dietary anthocyanins is likely to be mediated by their degradation products. Mol Nutr Food Res 531: S92-S101.

Kim DW, Park MH, Kim MR (2021) Study on antioxidant activity and cytotoxicity to A549 cells of Korean aronia fruit cheongs. J East Asian Soc Diet Life 31(3): 163-171.

Lee HM, Kong BJ, Kwon SS, Kim KJ, Kim HS, Jeon SH, Ha JH, Kim JS, Park SN (2013) Antioxidative activities of *Aronia melanocarpa* fruit and leaf cheongs. J Soc Cosmet Scientists 39(4): 337-345.

Lee J, 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.

Lee S, Moon HK, Lee SW, Moon JN, Kim JK (2016) Biological activities in *Aronia melanocarpa* depending on drying methods. Korean J Food Preserv 23(7): 1018-1025.

Lim JD, Cha HS, Choung MG, Choi RN, Choi DJ, Youn AR (2014) Antioxidant activities of acidic ethanol cheong and the anthocyanin rich fraction from *Aronia melanocarpa.* Korean J Food Cook Sci 30(5): 573-578.

Malien-Aubert C, Dangles O, Amiot MJ (2001) Color stabiliity of commercial anthocyanin-based cheongs in relation to the phenolic composition. Protective effects by intra and intermolecular copigmentation. J Agric Food Chem 49: 170-176.

Mun KH, Lee HC, Jo AH, Lee SH, Kim NYS, Park EJ, Kang JY, Kim JB (2019) Effect of sugared sweeteners on quality characteristics of *Prunus mume* fruit syrup. Korean J Food Nutr 32(3): 161-166.

Park HJ, Cheong HJ (2014) Influence of the addition of aronia powder on the quality and antioxidant activity of muffins. Korean J Food Preserv 21(5): 668-675.

Park HJ, Jeong SH, Yoon HH, Jung JH, Song JY (2014) Optimization of the acetic acid fermentation for aronia vinegar using response surface methodology. Korean J Food Cook Sci 30(6): 792-799.

Park MJ, Kim HK, Choi KK, Koo BY, Lee SK (2016) Fermentation characteristics of Makgeolli containing aronia (*Aronia melanocarpa*, black chokeberry). Korean J Food Sci Technol 48(1): 27-35.

Park YJ, Kim HJ, Heo BG (2006) Stability of anthocyanin pigment cheonged from *Begonia semperflorens* 'Red' with ethanol. Flower Res J 14: 203-210.

Price ML, Butler LG (1977) Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. J Agric Food Chem 25(6): 1268-1273.

Qin Z, Liu HM, Ma YX, Wang XD (2021) Developments in cheongion, purification, and structural elucidation of proanthocyanidins (2000–2019) Vol 68. pp 347-391. In: Studies in Natural Products Chemistry. Rahman UR (ed). Elsevier B. V., Amsterdam, Netherlands.

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 Radical Bio Med 26: 1231-1237.

Rodr´ıguez-Werner M, Winterhalter P, Esatbeyoglu T (2019) Phenolic composition, radical scavenging activity and an approach for authentication of *Aronia melanocarpa* berries, juice, and pomace. J Food Sci 84(7): 1791-1798.

Vagiri M, Jensen M (2017) Influence of juice processing factors on quality of black chokeberry pomace as a future resource for color cheongion. Food Chemistry 217: 409-417.

Wikipedia (2021) Aronia. https://en.wikipedia.org (accessed on 20. 07. 2021)

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(2): 273-280.

Yun JU, Jung KE, Kim DH, Nam KH, Sim KB, Jang MS (2017) Quality characteristics of fried fish paste with squeezed *Aronia melanocarpa* juice, Korean J Food Preserv 24(1): 13-20.

Date Received Aug. 2, 2021
Date Revised Aug. 10, 2021
Date Accepted Aug. 11, 2021