ISSN(Print) : 1738-7248, ISSN(Online) : 2287-7428
Korean J. Food Preserv.
27(1), 111-118 (2020)
https://doi.org/10.11002/kjfp.2020.27.1.111

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder

Do Hee Lee[1], Hai-Jung Chung[2*]

[1]*Major in Nutrition Education, Graduate School of Education, Daejin University, Pocheon 11159, Korea*
[2]*Department of Food Science & Nutrition, Daejin University, Pocheon 11159, Korea*

댕댕이나무 열매 분말 첨가 젤리의 품질 특성 및 항산화 활성

이두희[1] · 정해정[2*]

[1]대진대학교 교육대학원 영양교육전공, [2]대진대학교 식품영양학과

Abstract

Honeyberry jelly was prepared by adding different amounts of honeyberry powder (0, 3, 6, and 9 g) to 15 g gelatin, 30 g sugar, 40 g oligosaccharide, and 400 mL of water. The quality characteristics, total polyphenol content, and antioxidant activities of the resulting jelly were investigated. The pH value of the jelly decreased with increasing honeyberry powder content. The sweetness of the groups containing honeyberry powder was higher than that of the control group. The L value of the jelly decreased, while the a value increased with increasing honeyberry powder content. Texture analysis showed that the incorporation of honeyberry powder into the jelly decreased its hardness, chewiness, and brittleness. The total polyphenol content of the control group was 5.02 mg GAE/100 g and honeyberry powder added groups ranged from 9.26 to 33.93 mg GAE/100 g, with the value increasing proportionally to the honeyberry powder content. The antioxidant activity of the jelly measured by DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity, and reducing power was found to increase with increasing honeyberry powder concentration. In a consumer acceptance test, no significant differences were observed between the smell, taste, texture and overall acceptability of the control group and the honeyberry powder containing groups. In conclusion, it is suggested that honeyberry powder may be a useful ingredient for improving antioxidant activity of jelly without affecting its sensory potential.

Key words : honeyberry, jelly, quality, DPPH, ABTS

서 론

생활수준이 향상되고 식생활이 서구화되어 소비자들의 식품 소비 형태가 바뀌게 되고, 이로 인해 비만, 당뇨, 고혈압, 심혈관계 질환과 같은 만성질환 발병률이 증가함에 따라 소비자들은 건강을 중요시하게 되었고, 식생활을 영위함에 있어 특별한 기능성을 지닌 건강 지향적인 식품에 많은 관심을 갖게 되었다. 생리적 효능이 우수한 식품의 섭취를 통하여 면역력 증강, 노화방지 및 질병예방 효과를 기대하며(Park 등, 2004; Chung, 2015), 천연 기능성 소재에 대한 소비자들의 관심과 수요가 증가하면서 이를 이용한 여러 가지 신제품개발 연구가 활발히 진행되고 있다.

댕댕이나무(*Lonicera caerulea* L.)는 러시아, 중국 만주, 일본, 몽골 등 북반구 온대지역이 원산지인 인동과의 나무로(Ruspasinghe 등, 2012; Jurikova 등, 2015) 한랭한 기후에 강하여 -45℃에 견딜 수 있고 -8℃에도 꽃을 피우며 저온

*Corresponding author. E-mail : haijung@daejin.ac.kr, Phone : +82-31-539-1861, Fax : +82-31-539-1860
Received 02 September 2019; Revised 09 October 2019; Accepted 16 October 2019.
Copyright ⓒ The Korean Society of Food Preservation.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 영향을 받지 않는 냉대성 식물이다(Plekhanova, 1996; Malodobry 등 2010). 짙은 보라색을 띠는 열매는 honeyberry, blue honeysuckle, sweetberry, honeysuckle 등으로 불리는데, 오래전부터 해열제, 해독제, 부기 완화제로 민간요법에서 이용되어 왔다(Dong, 2013). 댕댕이나무 열매는 향이 좋고 즙이 많으며 독특한 단맛, 신맛과 함께 약리적 효능이 있는 소득 작물로 알려지면서 세계적으로 그 경작지가 점차 증가하고 있다(Lee 등, 2016). 열매의 주요성분으로는 glucose, fructose 등의 당류와 철, 칼슘, 인 등의 무기질이 있고 특히 ascorbic acid와 anthocyanin을 다량 함유하고 있다(Svarcova 등, 2007; Malodobry 등, 2010; Ascorbic acid는 100 g 당 170 mg이 존재하여 strawberry, raspberry gooseberry보다 많은 것으로 보고되고 있다. 안토시아닌으로는 cyanidin-3-glucoside, cyanidin-3,5-diglucoside, cyanidin-3-rutinoside, peonidin-3-glucoside, peonidin-3,5-diglucoside 등이 있으며(Svarcova 등, 2007; Park 등, 2017) 그 함량은 품종, 재배지역, 수확시기, 분석방법 등에 따라 차이가 있으나, 40–235 mg/100 g으로 보고된 바 있다(Malodobry 등, 2010; Park 등, 2017). 안토시아닌은 대표적인 항산화 물질로 체내에 존재하는 활성산소를 해가 없는 물질로 전환시키며, 세포구성 단백질의 손상을 방지하여 항산화, 항암, 항당뇨, 항염증, 심혈관 질환 예방효과가 있는 것으로 알려져 있다(Hou, 2003; Svarcova 등, 2007; Malodobry 등, 2010). 댕댕이나무 열매에 대한 국내 연구로는 댕댕이나무 열매에 존재하는 기능성 성분의 추출조건 최적화(Park 등, 2017), 추출방법에 따른 하니베리의 항산화 활성 비교(Lee 등, 2016), 열매 추출물이 지방세포분화 및 증식에 미치는 연구(Park 등, 2019) 등이 있으나, 가공제품을 개발한 연구는 보고되고 있지 않아, 다양한 활용방안 및 제품개발 연구가 필요한 시점이다. 이에 본 연구에서는 강원도, 충청도, 한라산 능선지역에서 생산되고 있는(Choi 등, 2015; Park 등, 2017; Park 등, 2019) 댕댕이나무 열매의 활용도를 다양화하고 부가가치를 높이고자 댕댕이나무 열매를 이용하여 젤리를 제조하고, 이화학적 품질 특성과 항산화 활성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

젤리 제조에 사용된 댕댕이나무 열매 분말(Hainong, Cheongyang, Korea), 젤라틴(Geltech, Busan, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 올리고당(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였고, 물은 증류수를 사용하였다.

젤리의 제조

댕댕이나무 열매 분말을 첨가한 젤리의 제조는 선행연구를 참고하고, 수차례 예비실험을 거쳐 Table 1과 같은 배합비로 제조하였다. 주재료인 젤라틴, 설탕, 올리고당, 물의 양은 일정하게 유지하고 댕댕이나무 열매 분말을 각각 0 g, 3 g, 6 g, 9 g(이하 HJ-0, HJ-3, HJ-6, HJ-9로 기술함)으로 달리 첨가하여 4종류의 젤리를 제조하였다. 즉, 댕댕이나무 열매 분말을 체(35 mesh)에 내린 후 설탕, 올리고당, 물과 함께 10분간 교반하며 가열 후 불을 끄고 2분간 냉각하였다. 여기에 젤라틴 분말을 넣고 추가로 2분간 교반하며 가열하였으며, 완전히 용해된 후 stainless steel로 된 직사각형 틀(12.5 cm×6 cm×6 cm)에 담아 냉장온도에서 3시간 성형한 후 실험에 사용하였다.

pH 및 당도 측정

pH는 젤리 20 g에 증류수 180 mL를 가하여 1시간 진탕하고 9,000 rpm에서 30분간 원심분리(Supra-21K, Hanil Science Co., Incheon, Korea)한 후 상층액의 일부를 취하여 pH meter(Hana HI-2020, Woonsocket, RI, USA)로 측정하였다.

Table 1. Jelly added with honeyberry powder

Ingredients	Jelly[1)]			
	HJ-0	HJ-3	HJ-6	HJ-9
Honeyberry powder (g)	0	3	6	9
Gelatin (g)	15	15	15	15
Sugar (g)	30	30	30	30
Oligosaccharide (g)	40	40	40	40
Water (mL)	400	400	400	400

[1)]HJ-0: honeyberry powder 0 g, gelatin 15 g, sugar 30 g, oligosaccharide 40 g, water 400 mL.
HJ-3: Honeyberry powder 3 g, gelatin 15 g, sugar 30 g, oligosaccharide 40 g, water 400 mL.
HJ-6: Honeyberry powder 6 g, gelatin 15 g, sugar 30 g, oligosaccharide 40 g, water 400 mL.
HJ-9: Honeyberry powder 9 g, gelatin 15 g, sugar 30 g, oligosaccharide 40 g, water 400 mL.

당도는 상층액 중 0.2 mL를 사용하여 디지털 당도계(Atago PR-301α, Tokyo, Japan)로 측정하고 °Brix로 표시하였다.

색도 측정

색도는 색차계(Jx 777, Juki, Tokyo, Japan)를 사용하여 젤리의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였고 각 처리군당 5회 반복 측정하여 평균값을 산출하였다. 이때 사용한 백판의 L, a, b값은 각각 +98.37, +0.21, −0.18이었다.

조직감 측정

젤리의 조직감은 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 부서짐성(brittleness) 등을 측정하였다. 일정한 크기(4 cm×4 cm×4 cm)의 젤리를 이용하여 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)로 각 시료 당 6회 반복 측정하고 평균값으로 나타내었다. 측정조건은 load cell: 10 kg, distance: 50%, table speed: 120 mm/min, adaptor type: diameter 10 mm이었다.

총페놀 함량 측정

잘게 분쇄한 젤리 20 g에 methanol 40 mL를 가하여 실온에서 3시간 진탕한 후 9,000 rpm에서 30분간 원심분리하여 얻은 상층액을 여과지(Whatman No. 1, GE Healthcare UK Ltd, Little Chalfont, UK)로 여과하여 시료 용액으로 사용하였다. 총페놀 함량은 Folin-Denis법(Singleton과 Rossi, 1965)에 따라 시험관에 시료 용액 0.1 mL와 증류수 1.9 mL를 취하고 Folin-Ciocalteu's phenol 용액 0.2 mL를 가하여 혼합한 다음 실온에서 3분간 정치하였다. 여기에 Na_2CO_3 포화용액과 증류수를 각각 0.4 mL씩 가한 후 실온에서 1시간 동안 정치시킨 다음 725 nm에서 흡광도(WKSP-2000UV, Woongki, Seoul, Korea)를 측정하였다. 총페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 작성한 검량선으로부터 산출하였으며, mg gallic acid equivalent(mg GAE)/100 g으로 나타내었다.

항산화활성 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능 측정은 Blois(1958)법에 따라 시료 용액 0.25 mL에 DPPH 용액 (1.0×1.0^{-4} M) 2 mL를 가하여 교반하고 실온에서 30분 정치시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 시료용액 첨가군과 무첨가군 간의 흡광도 비(%)로 나타내었다. ABTS (2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) radical 소거능 측정은 Re 등(1999)의 방법을 참고하였다. 즉, ABTS 용액과 2.45 mM potassium persulfate를 14:1로 혼합(v/v)하고 상온의 암소에서 18시간 정치한 다음 734 nm에서의 흡광도 값이 약 0.70이 되도록 증류수로 희석하였다. 이 용액 2 mL와 시료용액 0.02 mL를 혼합하고 실온에서 5분간 정치한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하여 시료용액 첨가군과 무첨가군 간의 흡광도 비(%)로 나타내었다. 환원력(reducing power)은 Wong과 Chye의 방법(2009)을 참고하여 시료 용액 0.2 mL에 1% potassium ferricyanide 0.5 mL와 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 6.6) 0.5 mL를 가하고 50℃에서 20분간 정치하였다. 여기에 10% TCA 용액과 0.1% ferric chloride 용액을 각각 0.5 mL씩 가한 다음 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

소비자 기호도 검사

소비자 기호도 검사는 대진대학교 생명윤리심의위원회의 심의 결과 승인을 받아 진행하였다(승인번호: 1040656-201907-SB-01-05). 평소 관능검사에 관심이 있는 식품영양학과 학부생 및 대학원생 20명을 패널로 선정하였으며 패널에게 소비자 기호도 검사에 대한 평가 방법, 평가 항목, 척도 등에 대하여 설명하였다. 시료는 검사 2시간 전에 냉장고에서 꺼낸 다음 젤리의 중간부분을 일정한 크기(2×4×4 cm)로 자르고, 난수표를 부착한 일회용 흰색 접시에 담아 제시하였다. 평가항목은 색, 향, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도로 7점 척도법(1점: 매우 싫다, 4점: 좋지도 싫지도 않다, 7점: 매우 좋다)으로 평가하였다.

통계처리

실험 결과는 3회 이상 반복 수행하여 SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Science version 25.0)을 이용하여 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었다. 분산분석(ANOVA)을 실시하여 시료 간 유의차를 Duncan의 다중 범위검정(Duncan's multiple range test)으로 분석하였다($p<0.05$). 폴리페놀 함량과 항산화활성과의 상관관계는 Pearson's correlation coefficient로 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH 및 당도

댕댕이나무 열매 분말 첨가 젤리의 pH 측정결과는 Table 2와 같다. 젤리의 pH는 4.11–5.95로 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 감소하였는데($p<0.05$), 이는 댕댕이나무 열매에 다량 존재하는 ascorbic acid(Malodobry 등, 2010)가 영향을 준 것으로 추측된다. 복숭아 분말(Lee, 2016), 블랙커런트 분말(Lee, 2018), 크랜베리 농축액(Lee와 Ji, 2015)이 첨가된 젤리 연구에서도 이와 유사한 경향을 보고하였다. 반면에, 강황(Cho와 Choi, 2010), 단호박 분말(Lee와 Lee, 2013)이 첨가된 젤리 연구에서는 부재료의 첨가량이 많아질수록 pH가 증가한다고 보고하였고,

Table 2. pH and sugar content of jelly added with honeyberry powder

	Jelly			
	HJ-0	HJ-3	HJ-6	HJ-9
pH	5.95±0.03[1)d2)]	4.74±0.04[c]	4.34±0.01[b]	4.11±0.01[a]
Sugar content (°Brix)	1.93±0.06[1)a2)]	1.90±0.00[a]	2.00±0.00[b]	2.00±0.00[b]

[1)]Values are mean±standard deviation (SD).
[2)]Means with different letters within the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

곶감(Kim과 Kim, 2005), 대추 농축액(Choi와 Lee, 2014) 첨가 젤리에서는 부재료 첨가량이 pH 변화에 큰 영향을 미치지 않는다고 보고하여 각기 첨가 재료에 따라 젤리의 pH가 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 당도는 1.90 – 2.00 °Brix로 대조군보다 HJ-6과 HJ-9에서 다소 높게 나타났으며($p<0.05$), 이는 댕댕이나무 열매 분말에 함유되어 있는 당류 성분(Malodobry 등, 2010)에 의한 것으로 여겨진다. 블랙커런트 분말(Lee, 2018), 오디 착즙액(Moon 등, 2012) 첨가 젤리의 경우는 재료의 첨가량이 많아질수록 당도가 증가한 것으로 보고하였다.

색도

댕댕이나무 열매 분말을 첨가한 젤리의 색도 측정결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L값은 4.52 – 32.18로 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하였고, 적색도를 나타내는 a값은 점차 증가하였다($p<0.05$). 댕댕이나무 열매에는 cyanidin, peonidin, dephinidin, pelargonidin 등의 anthocyanin계 색소가 다량 함유되어 있고(Malodobry 등, 2010), 본 실험 결과 나타난 젤리의 pH 영역(Table 2)에서는 anthocyanin이 특징적인 붉은색을 나타내므로 댕댕이나무 열매 첨가량 증가에 따라 젤리의 명도는 감소하고 적색도는 증가한 것으로 추측된다. 비트(Cho와 Choi, 2010), 자색 고구마 농축액(Choi와 Lee, 2013), 크랜베리 농축액(Lee와 Ji, 2015) 첨가 젤리 연구에서도 부재료 첨가량 증가에 따라 L값은 감소하고 a값이 증가함을 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 황색도를 나타내는 b값은 0.05 – 3.39로 대조군보다 첨가군에서 낮게 나타났다($p<0.05$).

조직감

댕댕이나무 열매 분말을 첨가한 젤리의 조직감 측정결과는 Table 4와 같다. 경도는 대조군이 128.70 g/cm^{2}로 가장 높았으며, 첨가군은 58.36 – 109.00 g/cm^{2}로 댕댕이나무 열매 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). Brown(2011)에 의하면 gel의 최적 강도는 pH 5 – 10으로 산(acid)에 의해 pH 4 이하가 되면 단백질 분자의 망상구조가 분해되어 gel의 강도가 약해진다고 보고하였는데, 본 실험 결과 댕댕이나무 열매 첨가로 인해 젤리의 유기산 함량이 증가하고 pH가 감소하였기 때문에 (Table 2) 첨가군 젤리의 경도가 낮아진 것으로 추측된다. 대추 농축액(Choi와 Lee, 2013), 크랜베리 농축액(Lee와 Ji, 2015) 첨가 젤리에서도 부재료 첨가량 증가에 따라 경도가 감소함을 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 반면에, 숙지황 농축액(Kim 등, 2011), 아로니아 과즙(Hwang과 Do, 2015) 첨가 젤리의 경우는 숙지황과 아로니아 첨가량 증가에 따라 경도가 증가하여 본 연구 결과와 다른 경향을 나타내었다. 탄력성은 100.04 – 102.69%로 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었고, 응집성은 90.48 – 95.33%로 댕댕이나무 열매 분말 첨가량에 따른 뚜렷한 경향이 없었다. 씹힘성과 부서짐성은 각각 64.21 – 127.20 g, 6,589.64 – 12,852.18 g으로 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 점차 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 씹힘

Table 3. Hunter's color value of jelly added with honeyberry powder

	Jelly			
	HJ-0	HJ-3	HJ-6	HJ-9
L (lightness)	32.18±1.68[1)d2)]	21.62±1.65[c]	7.62±1.44[b]	4.52±0.54[a]
a (redness)	−0.66±1.59[a]	2.07±1.83[b]	4.26±1.08[c]	5.35±0.37[c]
b (yellowness)	3.39±0.40[c]	1.09±0.45[b]	1.01±0.49[b]	0.05±0.30[a]

[1)]Values are mean±SD.
[2)]Means with different letters within the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Texture of jelly added with honeyberry powder

	Jelly			
	HJ-0	HJ-3	HJ-6	HJ-9
Hardness (g/cm^2)	128.70±16.38[1)d2)]	109.00±13.37[c]	85.35±8.08[b]	58.36±6.17[a]
Springiness (%)	101.00±1.45[NS3)]	101.04±2.11	100.04±2.26	102.69±4.41
Cohesiveness (%)	93.86±1.23[bc]	91.93±3.39[ab]	90.48±2.37[a]	95.33±2.40[c]
Chewiness (g)	127.20±15.91[d]	108.90±12.11[c]	86.66±5.45[b]	64.21±5.15[a]
Brittleness (g)	12,852.18±1,666.73[c]	10,986.62±1,020.52[c]	8,663.94±471.92[b]	6,589.64±614.00[a]

[1)]Values are mean±SD.
[2)]Means with different letters within the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
[3)]NS, not significant.

성은 고체식품을 삼킬 수 있는 상태로 만드는데 필요한 힘으로 경도와 관련성이 있어 경도 측정결과와 유사한 경향을 나타내었다.

총페놀 함량 및 항산화 활성

댕댕이나무 열매 분말 첨가 젤리의 항산화 활성을 알아보고자 총페놀 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 및 환원력을 측정하였고 그 결과는 Table 5와 같다. 폴리페놀은 식물의 2차 대사산물 중 하나로 분자당 phenol group을 2개 이상 가지는 구조이며 다당류, 단백질 및 여러 물질과 쉽게 결합하는 성질이 있어 항산화, 항염, 항암, 항알러지, 신경 보호작용 등 생리적 기능이 우수한 것으로 잘 알려져 있고(Ignat 등, 2011; Visioli 등, 2011), 폴리페놀이 풍부하게 함유된 식품을 꾸준히 섭취하면 만성 질환 및 건강 유지에 도움을 주는 것으로 보고된 바 있다(Vauzour 등, 2010). 댕댕이나무 열매에 존재하는 페놀화합물로는 phenolic acid, anthocyanin, proanthocynidin, flavonoid 등이 있는 것으로 알려져 있다(Svarcova 등, 2007). 대조군의 총페놀 함량은 대조군이 5.02 mg GAE/100 g으로 가장 낮았고 댕댕이나무 열매 분말 첨가량 증가에 따라 높아지는 경향을 보여 9.26–33.93 mg GAE/100 g으로 나타났다 ($p<0.05$). 이러한 결과는 대추 농축액(Choi와 Lee, 2014), 오디 착즙액(Moon 등, 2012), 자색 고구마 농축액(Choi와 Lee, 2013), 숙지황 농축액(Kim 등, 2011), 인디언 시금치 열매 착즙액(Moon 등, 2016) 첨가 젤리 연구에서도 같은 경향을 보고하였다.

DPPH radical은 항산화 물질로부터 전자나 수소를 제공받으면 환원되어 보라색이 노란색으로 탈색되는데, 그 정도에 따라 항산화능을 측정하게 된다(Gulcin, 2005). DPPH radical 소거능 측정결과는 Table 5에 나타난 바와 같이 대조군이 5.91%로 가장 낮았고 첨가군은 67.03–92.73%로 나타났으며 HJ-9는 대조군에 비해 약 15배 이상 증가한 활성을 보여주었다. 블랙커런트(Lee, 2018), 보이차(Jeong과 Chung, 2017), 생맥산 농축액(Kim 등, 2015) 첨가 젤리 연구에서도 DPPH radical 소거능이 부재료 첨가량 증가에 따라 증가하였다고 하였다.

ABTS radical 소거능은 녹색의 ABTS radical($ABTS^{+}\cdot$)이 항산화 물질로부터 전자를 받으면 소거되어 탈색되는 원리에 기초하여 측정한다(Wong과 Chye, 2009). 본 실험에서 ABTS radical 소거능은 대조군이 25.52%, 첨가군이 54.58–95.28%로 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 증가하는 경향을 보였다(Table 5). 크랜베리 농축액(Lee와

Table 5. Total phenolic content and antioxidant activities of jelly added with honeyberry powder

	Jelly			
	HJ-0	HJ-3	HJ-6	HJ-9
Total phenolic content (mg GAE/100 g)	5.02±0.07[1)a2)]	9.26±0.31[b]	16.58±1.47[c]	33.93±1.86[d]
DPPH radical scavenging activity (%)	5.91±0.28[a]	67.03±2.69[b]	86.57±0.28[c]	92.73±0.50[d]
ABTS radical scavenging activity (%)	25.52±1.29[a]	54.58±3.73[b]	77.83±1.40[c]	95.28±0.90[d]
Reducing power (A_{700})	0.07±0.03[a]	0.41±0.01[b]	0.79±0.08[c]	1.26±0.13[d]

[1)]Values are mean±SD.
[2)]Means with different letters within the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Ji, 2015), 보이차(Jeong과 Chung 2017), 아로니아 과즙(Hwang과 Do, 2015), corn concentrate (Cha와 Lee, 2018)가 첨가된 젤리 연구에서 부재료의 첨가량 증가에 따라 ABTS radical 소거능이 높아짐을 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

환원력은 ferric-ferricyanide complex의 Fe^{3+}가 항산화 물질로부터 수소를 제공받으면 Fe^{2+}상태로 환원되어 청록색을 띠는 원리를 이용하여 측정하며 항산화력이 높을수록 흡광도 수치가 높다(Gulcin 등, 2005; Pak 등, 2014). 젤리의 환원력은 0.07 – 1.26 Abs로 대조군이 가장 낮았고 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 높게 나타나(Table 5) DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능과 같은 경향을 보였다. 여러 연구보고에 의하면 폴리페놀 함량이 증가할수록 항산화활성은 증가한다고 하였는데(Pyo 등, 2004; Stella 등, 2011; Lee 등, 2019), 본 실험에서도 댕댕이나무 열매 첨가량 증가에 따라 총페놀 함량이 증가하였고 이에 따라 항산화활성도 증가한 것으로 나타나 이를 뒷받침하고 있다.

상관관계 분석

댕댕이나무 열매 분말을 첨가한 젤리의 총페놀 함량과 항산화활성 간의 상관성을 비교한 결과는 Table 6과 같다. 총페놀과 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능과의 상관계수는 각각 0.754와 0.906으로 유의적인 정(+)의 상관관계를 나타내었으며 환원력과도 0.971를 나타내며 높은 정(+)의 상관성을 보여주었다($p<0.05$). 항산화활성 간의 상관관계를 보면, DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능 간의 상관계수는 0.954로 나타났으며, DPPH radical 소거능과 환원력과는 0.881, 그리고 ABTS radical 소거능과 환원력과는 0.970으로 나타나 모두 유의적으로 높은 정(+)의 상관성을 보였다($p<0.05$). 이상의 결과로, 총페놀 함량과 항산화 작용 사이에는 유의적인 정(+)의 상관관계가 성립하여 페놀성 화합물의 함량이 높을수록 항산화 작용도 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

소비자 기호도 검사

댕댕이나무 열매 분말 첨가량을 달리하여 제조한 젤리의 기호도 조사 결과는 Table 7과 같다. 색(color)은 대조군이 5.50점으로 평가되었고 HJ-3이 4.40점, HJ-6이 6.00점, HJ-9가 4.75점으로 각각 평가되어 HJ-3의 기호도가 가장 낮았다. 향(smell)은 대조군이 4.40점, 첨가군이 3.80 – 4.00점으로 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며, 맛(taste)은 4.35 – 4.90점으로 평가되어 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 증가하는 것처럼 보였으나 유의적인 차이가 없었다. 조직감(texure)은 4.75 – 5.25점으로 모든 시료 간 차이

Table 6. Correlation coefficients between the total polyphenol content and the antioxidant activities of jelly added with honeyberry powder

	Total polyphenol content	DPPH radical scavenging activity	ABTS radical scavenging activity	Reducing power
Total polyphenol content	1	0.754*[1)]	0.906**[2)]	0.971**
DPPH radical scavenging activity		1	0.954**	0.881**
ABTS radical scavenging activity			1	0.970
Reducing power				1

[1)]Significant at *$p<0.05$.
[2)]Significant at **$p<0.01$.

Table 7. Consumer acceptance test of jelly added with honeyberry powder

	Jelly			
	HJ-0	HJ-3	HJ-6	HJ-9
Color	5.50±1.15[1)bc2)]	4.40±0.88[a]	6.00±1.03[c]	4.75±1.52[ab]
Smell	4.40±1.05[NS3)]	3.80±1.36	4.00±1.21	3.90±1.21
Taste	4.35±1.14[NS]	4.60±1.35	4.75±1.89	4.90±1.71
Texture	5.25±1.02[NS]	4.95±1.00	4.75±1.12	4.75±1.52
Overall acceptability	4.75±1.21[NS]	4.20±1.11	4.70±1.66	4.80±1.70

[1)]Values are mean±SD. Hedonic scale was used from 1 to 7 (1=extremely dislike, 4=neither like nor dislike, 7=extremely like).
[2)]Means with different letters within the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
[3)]NS, not significant.

가 없었는데, Table 4의 기계적 조직감 측정 결과에서는 대조군과 HJ-9의 경도가 2배 이상 차이가 난 것과 달리 관능검사에서는 유의미한 차이가 없었다. 젤리 조직감에 대한 기호도는 소비자 패널 개인의 취향에 따라 달라서 단단한 조직감을 선호하는 패널과 무른 조직감을 선호하는 패널이 서로 상반되는 점수로 평가하여 나타난 결과로 추측된다. 전체적인 기호도(overall acceptability) 평가 또한 대조군이 4.75점, 첨가군이 4.20–4.80점으로 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과로 보아 젤리 제조 시 댕댕이나무 열매 분말을 첨가한다면 기호적인 측면에서 대조군과 비교하여 차이가 없을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 건강 기능성 식품 소재의 가능성이 있는 댕댕이나무 열매 분말을 여러 수준으로 첨가하여 젤리를 제조하고 pH, 당도, 색도, 조직감, 총페놀 함량, DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능, 환원력, 소비자 기호도 검사를 실시하였다. pH는 대조군이 가장 높게 나타났고 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하였다. 당도는 첨가군이 대조군에 비해 다소 높게 나타났다. 색도 측정 결과, L값은 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하였고 a값은 증가하는 경향을 보였다. 조직감 측정 결과, 경도, 씹힘성 및 부서짐성은 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 감소하는 경향을 보였으며 탄력성은 유의적인 차이가 없었다. 총페놀 함량은 대조군이 5.02 mg GAE/100 g으로 가장 낮았고, 댕댕이나무 열매 분말 첨가군이 9.26–33.93 mg GAE/100 g으로 첨가량 증가에 따라 점차 증가하는 경향을 보였다. DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능 및 환원력은 댕댕이나무 열매 분말을 첨가할수록 증가하는 경향을 보였다. 소비자 기호도 검사 결과 향, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도는 대조군을 포함하여 모든 시료 간에 유의적인 차이가 없었다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 댕댕이나무 열매 분말을 첨가하여 젤리를 제조한다면 기호적 측면과 기능적 측면을 만족하는 건강지향적 제품이 될 것으로 기대한다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Do Hee Lee https://orcid.org/0000-0003-1154-4815
Hai-Jung Chung https://orcid.org/0000-0002-1071-6673

References

Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200 (1958)

Brown A. Factors influencing gel formation. In: Understanding Food: Principles and Preparation, Peggy Williams (Editor), Wadsworth, Belmont, CA, USA, p 340 (2011)

Berries Unlimited, (https://www.berriesunlimited.com/health-benefits/info_23.html)

Cha MJ, Lee JH. Quality and antioxidant properties of jelly incorporated with corn concentrate. Korean J Food Preserv, 25, 436-440 (2018)

Cho Y, Choi MY. Quality characteristics of jelly containing added turmeric (*Curcuma longa* L.) and beet (*Beta vulgaris* L.). Korean J Food Cookery Sci, 26, 481-489 (2010)

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 GE, Nam JI, Kim YM, Park JI. Genetic diversity of *Lonicera coerulea* var *edulis* in South Korea. Korean J Plant Res, 28, 411-418 (2015)

Choi JE, Lee JH. Quality and antioxidant property of gelatin jelly incorporated with jujube concentrate. Food Eng Prog, 18, 65-69 (2014)

Chung HJ. Comparative study of antioxidant activity of imported tropical and subtropical fruits. Korean J Food Preserv, 22, 577-584 (2015)

Dong J. The relationship between traditional Chinese medicine and modern medicine. Evid Based Complement Alternat Med, 1-10 (2013)

Gulcin I, Berashvili D, Gepdiremen A. Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla pankinensis* decne. J Ethmopharmacol, 101, 287-293 (2005)

Hou DX. Potential mechanisms of cancer chemoprevention by anthocyanins. Curr Mol Med, 3, 149-159 (2003)

Hwang ES, Do Thi N. Quality characteristics of jelly containing aronia (*Aronia melanocarpa*) juice. Korean J Food Sci Technol, 47, 738-743 (2015)

Ignat I, Volf I, Popa VI. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chem, 126, 1821-1835 (2011)

Jeong JS, Chung HS. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of Pu-erh tea jellies. Korean J Food Cookery Sci, 33, 636-642 (2017)

Jurikova T, Rop O, Mlcek J, Sochor J, Balla S, Szekeres L, Hegedusova A, Hubalek J, Adam V, Kizek R. Phenolic

profile of edible honeysuckle berries (Genus *Lonicera*) and their biological effects. Molecules, 17, 61-79 (2012)

Kim HJ, Hong SK, Min AY, Shin SK, Sim EK, Yoon JH, Kim MR. Antioxidant activities and quality characteristics of jelly added with *Saengmaegsan* concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr, 44, 393-400 (2015)

Kim JH, Kim JK. Quality of persimmon jelly by various ratio of dried persimmon extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 1091-1097 (2005)

Kim NY, Jang HK, Yang KH, Lee KJ, Kim MR. Antioxidant activities and quality characteristics of jelly added *Rehmannia radix* preparata concentrate. J East Asian Soc Dietary Life, 21, 814-822 (2011)

Lee JA. Quality characteristics of jelly added with peach (*Prunus persica* L. Batsch) powder. Culi Sci Hosp Res, 22, 108-120 (2016)

Lee JH, Ji YJ. Quality and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with cranberry concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr, 44, 1100-1103 (2015)

Lee JH, Lee MK. Quality characteristics of jelly incorporated with sweet pumpkin powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 139-142 (2013)

Lee JJ, Kim EJ, Kim JM, Yoon KY. Physicochemical properties and antioxidant activities of commercial orange juice and grapefruit juice. Korean J Food Preserv, 26, 322-329 (2019)

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 YS, Yoo JH, Lee HJ. Comparative evaluation of extraction and processing methods on antioxidative contents and radical scavenging activity of henyeberry. Foodservice Ind J, 12, 35-46 (2016)

Malodobry M, Bieniasz M, Dziedzic E. Evaluation of the yield and some components in the fruit of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis* Turcz. Freyn.). Folia Horticulture, 22, 45-50 (2010)

Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY. Quality characteristics of jelly added with mulberry juice. Korean J Food Cookery Sci, 12, 797-804 (2012)

Moon JH, Park KB, Hong KW, Kang BN. Quality and antioxidant properties of the jelly according to different addition ratios of Indian spinach fruit juice solution. Culi Sci Hos Res, 22, 95-105 (2016)

Pak WM, Kim KBWR, Kim MJ, Kang BK, Bark SW, Kim BR, Ahn NK, Choi YU, Yoon SR, Ahn DH. Antioxidative effect of extracts from different parts of *Kohlrabi.* J Appl Biol Chem, 57, 353-358 (2014)

Park D, Lee JJ, Park J, Park S, Lee W. Optimization of microwave-assisted extraction process for blue honeysuckle (*Lonicera coerulea* L) using response surface methodology. Korean J Food Preserv, 24, 623-630 (2017)

Park M, Lee C, Lee HJ. Effects of *Lonicera coerulea* extract on adipocyte differentiation and adipohenesis in 3T3-L1 cells and mouse adipose-derived stem cells (MADSCs). J Nutr Health, 52, 17-25 (2019)

Park SH, Hwang HS, Han JH. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. Korean J Nutr, 37, 364-372 (2004)

Plekhanova MN. Blue honeysuckle: A new berry from Russia. Pomona, 29, 46-48 (1996)

Pyo YH, Lee TC, Logendra L, Rosen RT. Antioxidant activity and phenolic compounds of Swiss chard (*Beta vulgaris* subspecies *cycla*) extracts. Food Chem, 85, 19-26 (2004)

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, RiceEvans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol Med, 26, 1231-1237 (1999)

Ruspasinghe HP, Yu LJ, Bhullar KS, Bors B. Short communication: Haskap (*Lonicera caerulea*): A new berry crop with high antioxidant capacity. Can J Plant Sci, 92, 1311-1317 (2012)

Singleton VL, Rossi J. Colorimetry of total phenolics with phophomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic, 16, 144-158 (1965)

Stella SP, Ferrarezi AC, dos Santos KO, Monteiro M. Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. J Food Sci, 76, 392-397 (2011)

Svarcova I, Heinrich J, Valentova K. Berry fruits as a source of biologically active compounds: The case of *Lonicera caerulea*. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub, 151, 163-174 (2007)

Vauzour D, Rodriguez-Mateos A, Corona G, Oruna-Concha MJ, Spencer JPE. Polyphenols and human health: Prevention of disease and mechanisms of action. Nutrients, 2, 1106-1131 (2010)

Visioli F, De La Lastra CA, Andes-Lacueva C, Aviram M, Calhau C, Cassano A. Polyphenols and human health: A prospectus. Crit Rev Food Sci Nutr, 51, 524-546 (2011)

Wong JY, Chye FY. Antioxidant properties of selected tropical wild edible mushrooms. J Food Compos Anal, 22, 269-277 (2009)