

보스웰리아를 첨가한 과채 혼합 젤리의 항산화성 및 품질특성 연구

정연희 · 안선정^{1*}

신한대학교 대학원 바이오식품외식산업학과, ¹신한대학교 식품조리과학부

A Study on the Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Fruit and Vegetable Jellies Mixed with *Boswellia*

Yen-Hee Jung and Sun-Choung Ahn^{1*}

Dept. of Bio-food & Foodservice Industry, Shinhan Graduate School

¹Dept. of food Science & Culinary Arts, Shinhan University

Abstract

This study examined the quality characteristics and antioxidant properties of fruit and vegetable jellies mixed with *Boswellia*. Jellies were prepared with 0, 2, 4, 6, and 8% *Boswellia*, sugar and konjac. As a result, the pH of *Boswellia* jellies decreased to 5.19, 5.05, 4.94, and 4.84, respectively ($p < 0.001$). Their L-value, a-value, b-value, and hardness increased significantly with increasing levels of added *Boswellia* ($p < 0.001$), while individual phenolic compounds increased significantly with increasing levels of added *Boswellia*. Free sugars and organic acid contents had the highest bw10. The total phenolic compounds had the highest BW5 (112.9 mg TAE/g), BW10 (99.41 mg TAE/g), and while the ABTS activities showed higher values than the control group. Overall, *Boswellia* can be used to produce high-quality jelly, which is expected to help develop excellent functional jelly products.

Keywords: *Boswellia*, quality characteristics, antioxidant properties, total phenol, DPPH free radical scavenging activity

서 론

우리나라는 현재 65세 이상 인구의 비율이 15.7%로 고령화 사회를 맞이하고 있으며(KOSIS, 2020) 특히 노인의 경우 균형적인 식사 이외에도 간식 섭취를 통한 영양 공급이 필요한데 우리나라는 고령인구의 저작 및 신체활동 저하로 인한 영양보충 불균형을 해소하기 위해 다양한 식품군을 개발하고 있으며, 이에 따라 노인들도 섭취하기 용이한 다양한 개호 식품들의 고급화 및 기능성 강화에 많은 관심과 요구가 증가하고 있는 추세이다(Park & Joo, 2006).

지속적으로 노인 인구가 증가함으로 인해 국내뿐만 아니라 세계적으로 ‘개호식품’ 즉, 신체적으로 약화된 고령층을 위한 식품에 대한 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있는데, 뼈 건강이 약화되어 저작 능력이 저하된 노인들을 대상으로 한 수분 보급 젤리, 저작·연하 보조식품 등이 생

산되고 있으며, 특히 고령층이 많은 일본의 경우 2014년 소화 및 저작 능력이 저하된 고령자를 위해 ‘스마일 케어 식(smile care foods)’이라는 명칭이 등장하며 잇몸으로 섭취 가능한 식품, 혀로 으갠 수 있는 식품, 또 젤리 상태의 식품 등 1단계부터 7단계에 이르는 유형으로 식품을 분류하여 고령친화적인 섭취 식품을 다각화가 활발하게 이루어지고 있는 중이다(MAFRA, 2020).

젤리는 과채류의 즙에 겔화제와 당을 넣어 제조한 반 고체상의 겔(gel)상 식품으로 식감이 부드럽고 씹힘성과 삼킴성이 편해 남녀노소 모두 좋아하는 기호식품으로 최근 소비자들에게 건강에 대한 관심과 함께 건강 기능성을 개선한 간편식으로 기대되고 있다(Choi & Lee, 2014; Wu et al., 2021)

또한 노인의 기호 및 섭취에 알맞은 형태의 간식의 개발이 필요한 실태인데, 이와 관련된 연구로, 여성 고령자를 대상으로 한 포도젤리(Choi et al., 2007) 청포도 즙 첨가 곤약젤리(Jeon & Lee, 2019) 등 연구가 있으며. 다양한 식품소재 연구로 흑마늘 농축액 젤리(Lee et al., 2010; Kim & Rho, 2011), 숙지황 농축액(Kim et al., 2011), 산사분말첨가 젤리(Wu et al., 2021), 허니베리파우더(Lee & Chung, 2020), 에리스리톨을 첨가한 곤약젤리(Kang & Yoon, 2020), 블랙커런트 분말 첨가 젤리(Lee, 2018), 동충하초 젤리

*Corresponding author: Sun-Choung Ahn, Dept. of food science & culinary arts, Shinhan University, 95, hoam-ro, Uijeongbu, Gyeonggi1644, Korea.

Tel: +82-31-870-3514

E-mail: food@shinhan.ac.kr

Received July 20, 2022; revised August 17, 2022; accepted August 18, 2022

(Kim et al., 2007), 자색고구마 첨가 젤리(Choi & Lee, 2013) 등이 있으나 아직 건강 기능성을 위한 다양한 젤리 개발 연구는 미비한 실정이다.

보스웰리아 세라타(*Boswellia serrata*)는 북아프리카, 중동 및 인도의 건조한 지역에 분포되어 있는 나무로 보스웰리아에 속해 있는 품종은 약 25개 종이며, 보스웰리아의 진액은 유향으로 알려져 있다(Maupetit, 1984). 인도의 전통 식물로 알려진 보스웰리아는 보스웰리아의 레진에서 추출된 것으로 인체에서 항염 효과가 우수하며 항염증에도 뛰어난 효과를 보여 예로부터 인디언들 사이에서 보스웰리아는 만병통치약처럼 사용되었다(Pedretti et al., 2010). 보스웰리아 추출물은 관절염에도 유의적인 효과를 나타내는 것으로 알려졌는데, 보스웰리아 관련 선행 연구는 보스웰리아 추출물의 골관절염 억제 연구(Nam et al., 2014), 보스웰리아를 활용한 피부염 생쥐 연구(Cho & Ryu, 2021) 등이 보고되어 있을 뿐, 보스웰리아를 식품에 활용하여 건강 기능성을 지닌 식품개발에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다.

현재 퇴행성 관절염과 같이 노령인구의 뼈 건강 증진의 필요성과 관심이 많아지고 있어 고령층의 건강을 고려한 제품개발이 필요하다고 생각된다.

따라서 저작에 도움이 되며 각종 생리활성을 지닌 보스웰리아를 첨가한 과채 혼합젤리는 저작이 어려운 노인들에게 섭취가 용이하며 영양학적 보충도 우수하여 건강하고 맛있는 디저트를 찾는 고령층 및 소비자들을 위한 상품으로 그 연구 활용도가 높은 가치를 지닐 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 염증 유발 효소를 억제함으로 연골 세포 보호 및 뼈 건강 강화에 탁월한 기능을 지닌 보스웰리아 분말을 항산화 및 각종 생리활성을 지닌 과채즙 젤리에 첨가하여 젤리를 제조하고 젤리의 이화학적 품질 특성과 유리당, 유기산, 개별 페놀함량과 항산화성 등을 측정하여 보스웰리아 분말을 첨가한 기능성 젤리 개발 및 상품화 활용 가능성에 대한 기초자료로 제공하고자 연구하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에서 활용된 시료는 농수산물도매시장 가락시장에서 재료를 구입하였다. 젤리의 원료가 되는 과채 혼합 착즙액을 제조하기 위하여 가락시장에서 판매하는 사과(*Mallus pumila* Mill., Seoul, Korea), 당근(*Daucus carota* L., Seoul, Korea), 그리고 비트(*Beta vulagris* L., Seoul, Korea)을 구입하여 사용하였다. 추가적으로 젤리를 제조하기 위해 설탕은 하안설탕(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea)을, 겔화제는 곤약(MSC, Seongnam, Korea)을, 그리고 보스웰리아 분말(Pureyoung, Seongnam, Korea)을 구입하여 사용하였다.

시료 제조

시료의 제조는 Kang et al. (2017)과 Cho & Choi (2009)의 연구를 참고하고, 예비실험으로 젤리 제조 표준화를 시킨 후 Table 1과 같이 과채 혼합 착즙액을 전자저울(CAS, SW-1S, Yangiou, Korea)을 이용하여 개량하고 보스웰리아 분말을 각각 0 g, 5 g, 10 g, 15 g, 그리고 20 g을 첨가하며 혼합시켰다. 이어서 혼합된 시료를 약 70°C에서 가열시키며 설탕과 곤약을 넣어 용해시켰으며, 기포가 나며 끓기 시작한 기점으로부터 온도를 낮추어 1분간 추가적으로 가열한다. 이후 5°C에서 약 20분간 식힌 다음 실험에 사용하였다(Fig. 1).

이화학적 특성

pH, 수분 및 가용성 고형분 측정

젤리의 pH 측정은 시료 5 g 증류수 45 mL을 첨가하여 균질기(AM-7, Ni-honseiki Kaisha Co., Tokyo, Japan)에서 4분 동안 12,000 rpm으로 균질화하였고, 10분간 혼탁액을 원심분리 한 이후, 상등액을 회수하여 pH meter (Lab 870, Schott Instruments, Mginz, Germany)를 이용하여 3회 측정 한 후 평균값으로 나타냈다.

젤리의 수분함량 측정은 제조가 완료된 시료는 2 g을

Table 1. Formula for funtional jelly with different amount of *Boswellia* powder (unit: g)

Ingredient	Samples ¹⁾				
	CON	BW5	BW10	BW15	BW20
Water	100	100	100	100	100
Mixed juice ²⁾	100	100	100	100	100
Sugar	30	30	30	30	30
Konjac	4	4	4	4	4
<i>Boswellia</i> powder	0	5	10	15	20

¹⁾CON: mixed jelly with boswellia powder 0%.

BW5: mixed jelly with boswellia powder 2%.

BW10: mixed jelly with boswellia powder 4%.

BW15: mixed jelly with boswellia powder 6%.

BW20: mixed jelly with boswellia powder 8%.

²⁾Mixed juice: mixed juice with 100 g of apple extracts, 100 g of carrot extracts and 30 g of beet extracts

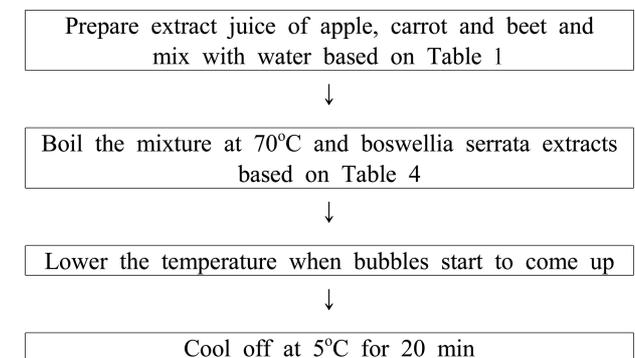


Fig. 1. Manufacturing process of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder.

계량하여 절단하고, 잘게 썰어서 적외선 수분 측정기(ML-50, A&D Company, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 측정하였다.

젤리의 가용성 고형분 측정은 시료 5 g에 증류수 45 mL을 첨가하여 실온에서 1시간 보관 후 디지털 가용성 고형분계를 이용하여 측정하였다.

색도 측정

젤리의 색도 측정은 색차계(Chroma Meter Cr-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L-value), 적색도(a-value), 황색도(b-value) 값을 측정하였으며, 각 시료 당 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었고, 표준 백색판(L=96.68, a=0.26, b=1.89)을 사용하여 측정하였다.

Texture 측정

젤리의 텍스처는 Texture analyzer (TA. XT PLUS, Stable Micro System Co. Ltd., Surrey, UK)를 사용하여 측정하였다. 제조한 젤리를 가로×세로×높이를 2 cm×2 cm×3 cm의 정육면체 형태로 성형하여 사용했다. 36 mm cylinder probe를 측정 조건으로 사용하여 pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s, distance 5 mm, time 3.0 sec, trigger force 5.0 g으로 했다. 측정 후 얻어진 force-distance curve로 젤리의 씹힘성, 부착성, 경도, 응집성, 검성 그리고 탄력성을 3회 측정하여 평균값을 구했다.

유리당 함량 측정

젤리의 유리당 측정은 Dionex ultimate 3000 (Thermo Scientific Dionex, Waltham, MA, USA/pump, auto-sampler, oven) HPLC를 사용하였고, Chromeleon Ver.6 software를 이용하였다. 유리당의 분리는 Sugar-pak (Waters, 300×6.5 mm, Milford, MA, USA) column을 사용하였으며, column의 온도는 70°C로 하였다. 유속은 0.5 mL/min으로 하였고, water를 이동상으로 이용하였다. Shodex RI-101 detector (Shodex, Yokohama, Japan)에 10 µL 시료를 주입하여 측정하였다.

유기산 함량 측정

젤리의 유기산 분석은 Ultimate 3000 (Thermo Scientific Dionex, USA)를 사용하였다. 유기산 분리는 Aminex 87H column (300×10 mm, Bio-Rad, Hercules, CA, USA) 사용하였으며, column의 온도는 40°C로 하였다. 이동상은 0.01 N H₂SO₄ (H₂SO₄ 0.5 N용액 희석하여 사용/Fluka, Buchs, Switzerland) 이용하고, 유속은 0.5 mL/min으로 하였다. 시료 주입량은 10 µL로 하여 RI (ERC, RefractoMAX520, Japan) UV 210 nm에서 측정하였다.

개별 페놀 화합물 함량 측정

젤리의 페놀 화합물 추출을 위해 샘플을 증류수에 넣고 1시간 동안 초음파 처리하였다. 추출액은 0.2 µm pore size의 membrane filter로 여과 후 분석에 이용하였다. HPLC 기기는 Dionex Ultimate 3000 (Thermo Scientific Dionex)와 Column은 Inno C18 column (4.6 mm×250 mm, 5 µm/Youngin biochrom, Seongnam, Korea)를 이용하여 분석하였다.

총페놀함량 측정

젤리의 총페놀함량은 Folin-Denis법(Folin & Denis, 1912)을 변형하여 측정하였다. 100 µL 시료에 500 µL Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 잘 혼합하여 실온에 3분간 방치한 다음 10% Na₂CO₃ 600 µL를 가해서 혼합한 후 1시간 동안 암실에 방치한다. 이후 원심분리기를 이용하여 12,000×g에서 10분동안 원심분리를 하고 상등액만 회수하여 720 nm에서 흡광도 측정하였다. Tannic acid를 이용하여 표준곡선을 작성하였으며 함량을 계산했다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

젤리의 DPPH 라디칼 소거능 측정은 Blois (1958)의 방법으로 측정하였으며, 0.1 mM DPPH는 ethanol 용액에 녹여서 사용하였으며, 5 µL의 시료용액과 950 µL의 DPPH 용액을 가하여 실온에 30분간 방치하였고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH radical 소거능(%)

$$= \{1 - (\text{시료 첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도})\} \times 100$$

ABTS 측정

젤리의 ABTS 라디칼 측정은 Re et al. (1991)의 방법을 변형하여 측정하였다. 용액 14.8 mM ABTS 용액과 5.2 mM K₂S₂O₈을 1:1로 혼합하여 24시간 동안 암소에 두고 ABTS 용액을 실험 직전 734 nm에서 흡광도 0.7이 되도록 희석하였다. 시료용액 50 µL와 ABTS 용액 950 µL를 가하여 10분간 실온, 암소에 방치한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 시행하여 평균(mean)±표준편차(standard deviation)로 나타내었으며, 결과는 SPSS 프로그램(Ver. 24.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 시행하여 유의성이 있는 경우에는 Duncan's multiple range test에 의하여 $p < 0.05$ 수준에서 각 시료간의 유의적 차이를 검증하였다. 젤리의 이화학적 품질특성, 유리당, 유기산, 총 페놀 및 항산화능간의 상관관계는 상관분석(Correlation analysis)을 실시하여 Pearson 계

수로 상관성을 검정하여 결과를 나타내었다.

결과 및 고찰

보스웰리아 첨가 젤리의 이화학적 특성

pH

보스웰리아 분말을 첨가량을 달리하여 제조한 기능성 젤리의 pH 측정결과는 Table 2와 같다. 보스웰리아 첨가 기능성 젤리의 pH는 대조군(CON)이 5.38, 보스웰리아 첨가율 2%의 BW5가 5.19, 보스웰리아 첨가율 4%의 BW10이 5.05, 보스웰리아 첨가율 6%의 BW15가 4.94, 마지막으로 보스웰리아 첨가율 8%의 BW20이 4.84로 보스웰리아 분말이 첨가될수록 pH가 점진적으로 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 보스웰리아 추출물에 함유된 펜타사이클릭 트리테르펜 산, 즉 보스웰릭산의 $C_{30}H_{48}O_3$ 이 보스웰리아 추출물 첨가에 따라 증가하였기 때문에 pH가 감소한 것으로 보인다.

가용성 고형분

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 가용성 고형분 측정결과는 Table 2와 같다. CON이 4.8 °Brix, BW5가 4.13 °Brix, BW10이 4.47 °Brix, BW15가 4.60 °Brix, 마지막으로 BW20이 5.40 °Brix으로 나타났다. 보스웰리아가 첨가되지 않은 기능성 젤리 대조군이 4.80 °Brix으로 두 번째로 높은 가용성 고형분을 보였고 보스웰리아가 2% 첨가된 BW5에서 가용성 고형분이 대조군에 비해 줄어들었으나, 보스웰리아 함유율이 높아질수록 BW20까지 지속적으로 가용성 고형분이 증가하는 모습을 보였다. 이는 보이차 젤리 연구(Jeong & Chung, 2017)와 같이 젤리에 보이차 첨가량이 증가할수록 pH의 유의적인 감소세를 보였다

는 연구 결과와 일치하는 경향을 보였다. 또한 가용성 고형분의 경우 Lee (2016)의 복숭아 분말 첨가 젤리의 연구와 석류와 천년초 분말 첨가 젤리 연구(Cho & Choi, 2009)와 같이 복숭아 분말과 석류 및 천년초 분말 첨가량이 증가할수록 가용성 고형분 또한 증가하였다는 연구와 비슷한 경향을 보였다.

수분함량

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 수분함량 측정은 Table 2와 같다. CON이 24.44, BW5가 24.11, BW10이 21.98, BW15이 22.73, 그리고 BW20 20.11로 보스웰리아 분말이 증가할수록 수분함량은 반비례하여 감소하는 것으로 나타났다. 이는 보스웰리아 분말 첨가량에 따른 고형분 증가가 수분함량을 감소시킨 것으로 사료된다. 이러한 결과는 대추 농축액 첨가 젤라틴 젤리(Choi & Lee, 2014)와 같이 대추 농축액의 증가에 따른 수분함량이 84.35%에서 79.56%로 감소한 것과 비슷한 경향을 나타냈다. 또한 동충하초 분말 가루를 시료로 사용한 Kim et al. (2007)의 연구에서는 수분함량의 범위가 13.11-16.96%로 나타났다고 보고하였으며 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 나타냈다.

색도

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 색도 값은 Table 3과 같다.

보스웰리아가 첨가된 젤리의 명도(L값)는 CON이 23.00, BW5가 22.67, BW10이 24.83, BW15가 24.10, 그리고 BW20이 25.67로 보스웰리아가 첨가될수록 L값이 증가하는 추세를 보였다. 적색도(a)의 경우 CON이 7.43, BW5이 8.97, BW10이 11.90, BW15가 12.37, BW20이 14.90으로

Table 2. pH and soluble solid contents of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder

	CON ¹⁾	BW5	BW10	BW15	BW20	F value
pH	5.38±0.017 ^{2)d3)}	5.19±0.002 ^c	5.05±0.001 ^b	4.94±0.001 ^a	4.84±0.003 ^a	2,305.321 ^{***}
Moisture content (%)	24.44±0.203 ^{2)ab3)}	24.11±1.122 ^b	21.98±0.639 ^{ab}	22.73±1.545 ^{ab}	20.11±0.287 ^a	10.947
Soluble solid contents (°Brix)	4.80±0.000 ^{2)c3)}	4.13±0.115 ^a	4.47±0.208 ^a	4.60±0.100 ^a	5.40±0.000 ^b	29.700 ^{***}

¹⁾Abbreviation are referred Table 1

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-c}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾*** $p<0.001$

Table 3. Hunter's color values of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder

Samples ¹⁾	CON ¹⁾	BW5	BW10	BW15	BW20	F value	
Colors	L	23.00±1.323 ^{2)a3)}	22.67±1.137 ^b	24.83±1.050 ^b	24.10±0.436 ^c	25.67±0.987 ^d	4.411
	a	7.43±0.351 ^a	8.97±0.651 ^b	11.90±0.700 ^b	12.37±0.208 ^c	14.90±0.300 ^c	111.151 ^{***}
	b	3.00±0.173 ^a	3.63±0.351 ^b	5.07±0.379 ^b	5.00±0.100 ^c	7.17±0.208 ^c	110.462 ^{***}

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-d}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾*** $p<0.001$

나타났으며 황색도(b)는 CON이 3.00 BW5가 3.63, BW10 5.07, BW15이 5.00, 그리고 BW20이 7.17로 나타났다. 적색도(a)와 황색도(b) 모두 명도와 마찬가지로 보스웰리아가 첨가될수록 증가하는 추세를 보였다. 이러한 결과는 Wu et al. (2021)의 산사분말 첨가한 곤약젤리의 연구에서 산사분말 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도, 그리고 황색도가 증가했다고 보고하였으며 본 연구 결과와 일치하는 경향을 보였다 이는 홍색을 띠는 산사분말이 투명한 곤약젤리에 첨가해서 색도의 변화를 주었다고 보고하였으며 본 연구에서도 비슷한 경향을 보인 것으로 판단된다.

Texture 측정

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 Texture 측정은 Table 4와 같다. 견고성(hardness)은 대조군(CON)이 2,210.95이며 BW5부터 BW20까지 보스웰리아 분말이 첨가될수록 점진적으로 견고성이 증가하는 모습을 보였다. 탄력성(springiness)은 보스웰리아 분말 첨가량이 4%인 BW10이 가장 높았으나 시료간 유의적인 차이는 보이지 않았다. 응집성(cohesiveness)은 보스웰리아 첨가군이 대조군보다는 높았으며 대조군과 보스웰리아가 첨가된 시료간에 보스웰리아 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다.

검성(gumminess)은 BW5가 1,410.18로 가장 낮은 수치를 보였으며 BW20이 1,902.41로 가장 높은 검성을 보였다. 씹힘성(chewiness)은 BW5가 1,386.04로 가장 낮은 값을 그리고 BW10이 2,140.77로 가장 높은 값을 지닌 것으로 나타났다. 본 연구 결과에서 보스웰리아 분말이 증가함

에 따라 젤리의 pH 및 수분함량이 유의적으로 감소하였고, 이는 젤리의 경도와 검성을 비롯하여 다른 *Texttrue* 결과에 영향을 준 것으로 보이나 탄력성, 응집성, 씹힘성은 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Choi & Lee (2014)의 대추농축액 첨가한 젤리연구와 Wu et al. (2021)연구의 산사 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 높아지는 결과를 보였다고 보고한 결과와 일치하는 경향을 나타냈다. 이러한 결과는 보스웰리아 분말 첨가량이 증가할수록 수분이 감소해 젤리에 영향을 주는 것으로 사료된다. 또한 보스웰리아 분말의 첨가량이 증가할수록 산의 첨가에 의한 pH의 감소가 젤리의 조직감에도 영향을 주는 것으로 생각된다(Kim, 2013).

유리당 측정

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 유리당 측정은 Table 5와 같다. 자당(sucrose)은 CON 110,343.82 mg/L, BW5 117,766.88 mg/L, BW10 116,957.56 mg/L, BW15 105,421.91 mg/L, BW20 103,541.49 mg/L로 보스웰리아가 첨가량이 증가함에 따라 대조군 보다 BW5와 BW10은 증가하였고, BW15와 BW20은 감소한 경향을 보였다. 포도당(glucose)의 경우 CON 15,684.04 mg/L, BW5 17,641.37 mg/L, BW10 18,741.17 mg/L, BW15 16,439.37 mg/L, BW20 16,878.45 mg/L로 이 또한 보스웰리아 첨가에 따라 대조군 보다 증가하는 경향을 보였다. 과당(fructose)또한 CON 17,872.58 mg/L, BW5 19,213.74 mg/L, BW10 19,311.69 mg/L, BW15 16,710.43 mg/L, BW20 16,886.12 mg/L로 대조군 보다 BW5와 BW10은 증가하는 경향을, 그리고 BW15

Table 4. Texture of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder

	CON ¹⁾	BW5	BW10	BW15	BW20	F value
Hardness (g)	2,210.95±177.77 ^{2)d3)}	1,886.82±133.52 ^d	2,071.48±214.31 ^a	2,092.34±53.06 ^c	2,551.94±306.44 ^b	4.748 ^{**}
Springiness	0.99±0.01	0.98±0.01	1.39±0.711	0.99±0.004	0.99±0.01	0.953
Cohesiveness	0.69±0.06	0.75±0.02	0.75±0.01	0.73±0.028	0.74±0.03	1.824
Gumminess (g)	1,530.25±89.88 ^c	1,410.18±94.78 ^c	1,559.43±135.83 ^a	1,526.08±27.694 ^b	1,902.41±279.59 ^b	4.536 ^{**}
Chewiness	1,512.70±95.14	1,386.04±94.69	2,140.78±1023.14	1,512.25±31.898	1,883.74±294.60	1.289

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-d}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾** $p<0.05$

Table 5. Free sugars content of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder

(unit: mg/L)

Samples ¹⁾	Sucrose	Glucose	Fructose
CON	110,343.82±209.85 ^{2)c3)}	15,684.04±116.75 ^a	17,872.58±106.45 ^b
BW5	117,766.88±933.56 ^d	17,651.37±125.47 ^a	19,213.72±147.95 ^c
BW10	116,957.56±393.25 ^d	18,741.17±57.19 ^c	19,311.69±248.98 ^c
BW15	105,421.91±295.16 ^b	16,439.37±56.00 ^a	16,710.43±150.84 ^a
BW20	103,541.39±980.29 ^a	16,878.45±57.56 ^a	16,886.12±48.86 ^a

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-d}) are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

와 BW20은 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 Kim et al. (2013)이 보고한 딸기잼 연구와 비교했을 때, 딸기잼 첨가에 따라 비례하여 유리당이 증가하는 결과와는 다른 양상을 보였다. 이는 비트, 사과, 당근의 유리당의 함량과 설탕 첨가량에 따른 제조법 차이에 의한 것으로 사료된다.

유기산측정

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 유기산 측정은 Table 6과 같다. 구연산(citric acid)은 CON 137.26 mg/L로 보스웰리아 분말 증가에 따라 증가하는 추세를 보였고, 말산(malic acid)은 대조군보다 BW5와 BW10이 각각 2,138.49, 2,189.03 mg/L로 높았으며 BW15와 BW20은 각각 1,879.44, 1,906.22 mg/L로 낮은 값을 보였다. 푸마르산(fumaric acid)은 BW5와 BW10이 각각 5.64, 5.95 mg/L로 대조군 보다 높았으며, BW15와 BW20은 감소하는 경향을 보였다. 이는 Wu et al. (2021)의 연구에서 산사분말 첨가량이 증가함에 유기산 함량이 높아지는 결과와 일부 유기산은 비슷한 경향을 보였다. 본 연구에서 유기산들의 변화는 시료의 식품 재료의 종류에 따라 다소 다르게 적용되어지는 것으로 판단된다.

보스웰리아 첨가 젤리의 항산화 활성

개별 페놀 화합물

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 젤리의 개별 페놀화합물 측정 결과는 Table 7과 같다. 클로로겐산(chlorogenic-

acid)은 BW15은 7.36 mg/L으로 BW20은 6.30 mg/L으로 감소하였다. 파라-쿠마릭산(*p*-coumaric acid)은 보스웰리아 첨가량에 비례하여 증가하였으며, 트랜스-페룰산(*t*-ferulic acid) 또한 0.25-0.68 mg/L의 범위로 보스웰리아 첨가량에 비례하여 증가 하였다. 항박테리아, 미백, 항암 등의 효과가 알려진 쿠마릭산은 식물에 낮은 농도로 분포해 있다가 추출 형태에 따라 농도가 급격하게 높아진다고 알려졌다 (Kehan et al., 2016). 따라서 보스웰리아 분말 첨가에 따른 페놀 화합물 증가는 보스웰리아 젤리의 기능성 확보에 좋은 영향을 줄 것으로 보인다.

총페놀함량

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 총페놀함량 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 보스웰리아 분말이 2% (BW5) 첨가됐을 때 112.49 g TAE/L로 가장 높은 총페놀함량을 보였다. 보스웰리아 분말 첨가량 4% (BW10)는 99.41 g TAE/L, 보스웰리아 분말 첨가량 6% (BW15)는 88.71 g TAE/L로, 보스웰리아 분말 첨가량 8% (BW20)는 96.47 g TAE/L로 나타났다. 이는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지는 않았다($p < 0.05$).

Lee & Ji (2015)의 크랜베리 농축액 첨가 젤리 연구와 Choi & Lee (2014)의 대추 농축액 첨가 젤리연구에서 보고된 바와 같이 비슷한 경향을 보였으며 이러한 결과는 젤리 제조에 사용된 재료들의 차이에 의해 나타나는 것으로 사료된다.

DPPH 라디칼 소거능

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 DPPH 라디칼 소거능은 Fig. 3과 같다. DPPH 라디칼 소거

Table 6. Organic acid content of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder (unit: mg/L)

Samples ¹⁾	Citric acid	Malic acid	Fumaric acid
CON	137.26±3.69 ^{2(a3)}	1,972.70±4.97 ^c	5.45±0.07 ^b
BW5	219.27±0.03 ^b	2,138.49±2.03 ^d	5.64±0.14 ^c
BW10	373.27±2.94 ^d	2,189.03±0.74 ^e	5.95±0.04 ^c
BW15	383.38±2.94 ^e	1,879.44±1.29 ^a	5.21±0.01 ^a
BW20	434.84±1.25 ^e	1,906.22±1.38 ^a	5.28±0.03 ^a

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-d}) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

Table 7. Phenolic acid of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder (unit: mg/L)

Samples ¹⁾	Chlorogenic acid	<i>p</i> -Coumaric acid	<i>t</i> -Ferulic acid
CON	7.40±0.05 ^{2(a3)}	0.00±0.00 ^a	0.13±0.00 ^a
BW5	7.36±0.01 ^b	0.18±0.00 ^b	0.25±0.01 ^b
BW10	7.40±0.02 ^b	0.48±0.01 ^c	0.50±0.01 ^c
BW15	7.53±0.03 ^c	0.50±0.00 ^d	0.57±0.02 ^d
BW20	6.30±0.07 ^a	0.63±0.01 ^e	0.68±0.02 ^e

¹⁾Abbreviation are referred Table 1.

²⁾All values are Mean±S.D. (n=3)

³⁾Mean±S.D. with different superscript within a row (^{a-d}) are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

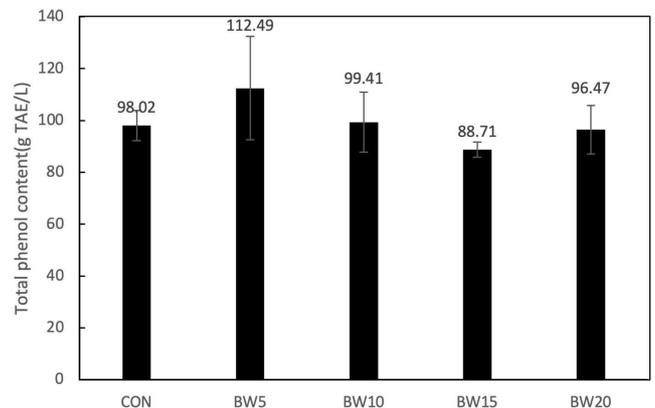


Fig. 2. Total phenol of jelly with funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder. CON: healthy jelly with boswellia powder 0%. BW5: healthy jelly with boswellia powder 2%. BW10: healthy jelly with boswellia powder 4%. BW15: healthy jelly with boswellia powder 6%. BW20: healthy jelly with boswellia powder 8%. Each value is Mean±S.D. Values with different letters above the bars are significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

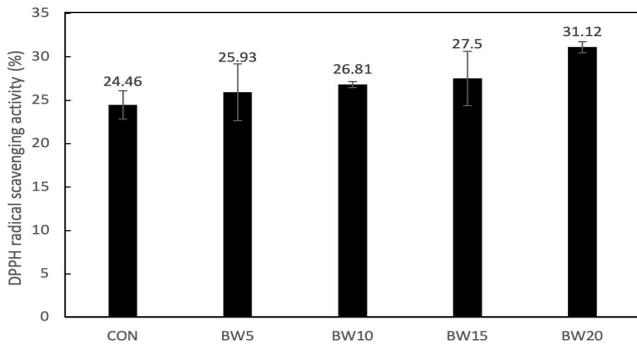


Fig 3. DPPH radical scavenging activity of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder. CON: healthy jelly with boswellia powder 0%. BW5: healthy jelly with boswellia powder 2%. BW10: healthy jelly with boswellia powder 4%. BW15: healthy jelly with boswellia powder 6%. BW20: healthy jelly with boswellia powder 8%. Each value is Mean±S.D. Values with different letters above the bars are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

능은 CON보다 시료군들이 24.46-31.12%의 범위로 높게 나타났다. 이러한 결과는 돼지감자 추출물 첨가한 젤리 연구(Kim & Hwang, 2022)와 보이차 젤리의 품질특성 연구(Jeong & Chung, 2017)와 같이 시료 첨가량이 높아질수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하는 추세와 같은 경향을 보였으나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다($p<0.05$).

ABTS

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 ABTS는 Fig. 4와 같다. 보스웰리아 첨가 젤리의 ABTS는 모든 시료군이 대조군 93.15% 보다 높은 BW5 93.71%, BW10 94.23%, BW15 94.55%, BW20 94.98%로 측정되었으며 보스웰리아 분말이 첨가될수록 증가하는 추세를 보였다. 이러한 보스웰리아 분말 첨가에 따른 ABTS 결과값은 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.05$). 이는 복숭아 첨가 젤리연구(Lee, 2016), 흑마늘 농축액 첨가 젤리연

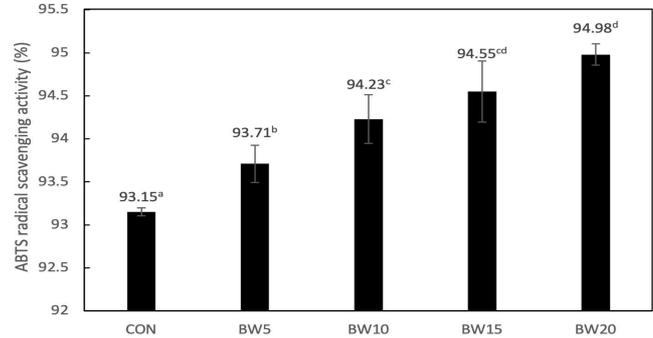


Fig. 4. ABTS⁺ radical scavenging activity of funtional jelly with different amounts of boswellia powder. CON: healthy jelly with boswellia powder 0%. BW5: healthy jelly with boswellia powder 2%. BW10: healthy jelly with boswellia powder 4%. BW15: healthy jelly with boswellia powder 6%. BW20: healthy jelly with boswellia powder 8%. Each value is Mean±S.D. Values with different letters above the bars are significantly different at $p<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

구(Lee et al., 2010), 고구마 첨가 젤리연구(Choi & Lee, 2013)와 같이 시료 첨가량 증가에 따라 ABTS가 증가했다는 보고와 일치하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 젤리 제조에 사용한 사과, 당근 그리고 비트의 항산화능과 보스웰리아의 페놀 등의 기능성 물질들의 함량이 높아져 영향을 주는 것으로 사료된다.

상관성 분석

보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 기능성 젤리의 이화학적 품질특성과 항산화성간의 상관성 분석 결과 Table 8 과 같다. pH와 적색도(a), 황색도(b)는 매우 높은 음의 상관관계($r=-0.968$, $r=-0.921$, $p<0.05$), 그리고 수분함량과 다소 높은 정의 상관관계($r=0.797$, $p<0.05$)를 지닌 것으로 나타났다. 또한 ABTS 라디칼 소거능도 pH와 매우 높은 음의 상관관계($r=-0.950$, $p<0.05$)를 지닌 것으로 나타났다. 보스웰리아 분말의 첨가량이 증가할수록 보스웰릭산에 의

Table 8. Pearson's coefficients correlation analysis of funtional jelly with different amounts of *Boswellia* powder

	pH	Soluble solid content	L	a	b	Moistue content	Hard-ness	Springi-ness	Cohesive-ness	Gummi-ness	Chewi-ness	TP	ABTS	DPPH
pH	1													
soluble solid content	-.440	1												
L	-.664**	.553*	1											
a	-.968**	.556*	.788**	1										
b	-.921**	.655**	.818**	.978**	1									
Moisture content	.797**	-.565*	-.692**	-.847**	-.864**	1								
Hardness	-.379	.811**	.443	.480	.558*	-.554*	1							
Springiness	-.040	-.230	.357	.163	.137	-.224	-.141	1						
Cohesiveness	-.391	-.126	.369	.348	.359	-.278	-.161	.106	1					
Gumminess	-.521*	.758**	.571*	.604*	.684**	-.651**	.930**	-.102	.212	1				
Chewiness	-.260	.105	.582*	.412	.422	-.489	.262	.906**	.192	.330	1			
TP	.198	-.281	-.121	-.196	-.160	-.027	-.125	.344	.354	.007	.330	1		
ABTS	-.950**	.451	.651**	.945**	.912**	-.753**	.368	.159	.436	.528*	.376	.014	1	
DPPH	-.527*	.355	.394	.528*	.549*	-.563*	.266	.017	.233	.355	.168	.353	.381	1

** $p<0.05$ * $p<0.001$

해 pH가 감소하였고, 분말의 첨가량에 따라 젤리의 탁도가 영향을 주어 적색도 및 황색도에 음의 상관성에 영향을 주는 것으로 사료된다. ABTS 라디칼 소거능은 적색도(a) ($r=0.945$, $p<0.05$)와 황색도(b) ($r=0.912$, $p<0.05$)와 높은 정의 상관성을 나타냈다. 가용성 고형분은 경도(hardness) ($r=0.811$, $p<0.05$)와 검성(gumminess) ($r=0.758$, $p<0.05$)에 다소 높은 양의 상관관계를 지녔다. 이는 보스웰리아 첨가량이 증가할수록 고형분이 증가하고 수분이 감소하여 조직을 더욱 단단하게 만들기 때문에 경도와 검성에 영향을 준 것으로 사료된다. 이는 젤리의 식감에 직접적인 영향을 주는 요인으로서 식감 개선을 위해 보스웰리아 첨가량을 고려할 필요가 있을 것으로 생각된다.

결론 및 요약

기능성 제리 개발의 기초자료를 제시하고자 보스웰리아 분말을 과채즙 젤리에 첨가하여 이화학적 특성과 유리당, 유기산, 개별 페놀함량과 항산화성 등을 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다. 보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 젤리의 pH는 4.84-5.38로 보스웰리아 분말이 첨가될수록 감소하였으며 반대로 가용성 고형분의 경우 4.13-5.40°Brix으로 보스웰리아 분말이 첨가될수록 증가하는 추세를 보였다. 보스웰리아 분말을 이용하여 제조한 젤리의 명도와 적색도(a), 그리고 황색도(b)는 모두 증가하는 경향을 보였다. 보스웰리아 젤리의 수분함량은 대조군이 가장 높은 수분함량을 지녔으며 보스웰리아 분말이 첨가될수록 감소하였다. 보스웰리아 젤리의 텍스처는 견고성(hardness)에서 대조군(CON)이 2,210.95이며 BW5부터 BW20까지 보스웰리아 분말이 첨가될수록 견고성이 증가하는 모습을 보였다. 탄력성(springiness)은 보스웰리아 분말 첨가량이 4%인 BW10이 가장 높았으며 응집성(cohesiveness)은 보스웰리아 첨가군들이 대조군보다는 높았으며 대조군과 보스웰리아가 첨가된 시료간에 보스웰리아 첨가량에 따른 유의적인 차이는 없었다. 검성(gumminess)은 BW5가 1,410.18로 가장 낮은 수치를 보였으며 BW20이 1,902.41로 가장 높은 검성을 보였다. 마지막으로 씹힘성(chewiness)은 BW5가 1,386.04로 가장 낮은 수치를 그리고 BW10이 2,140.77로 가장 높은 것으로 나타났다. 보스웰리아 젤리의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군 보다 높은 것으로 나타났으며 24.46-31.12%로 보스웰리아 분말이 첨가될수록 증가하는 경향을 보였으며, 총폴리페놀 측정치는 112.49%로 BW5가 가장 높은 폴리페놀을 함유한 것으로 나타났으며, ABTS는 시료군이 대조군 93.15% 보다 높은 BW5 93.71%, BW10 94.23%, BW15 94.55%, BW20 94.98%로 측정되었으며 보스웰리아 분말이 첨가될수록 증가하는 추세를 보였다. 위의 결과에 의해 보스웰리아 분말 첨가량 4%인 BW10 시료가 기능성을 지니며 제품 개발하는데 가장 적합한 함량일 것으로 사

료된다. 이상의 결과로 항산화성 및 영양성분이 높은 비트, 사과와 당근 혼합 착즙액에 다양한 생리기능성을 가진 보스웰리아 분말을 첨가하여 제조한 젤리의 기능성을 강화한 식품 개발가능성과 고령친화성 상품개발을 위해 식품첨가물로서의 보스웰리아의 활용성을 높이는데 기초자료를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nat.* 181: 1190-1200.
- Cho SA, Ryu EM. 2021. Effect of *Boswellia* on the expression of hair cycle-related genes in skin of DNCB-induced atopic dermatitis mice. *J. Invest Cos.* 17: 25-30.
- Cho Y, Choi MY. 2009. Quality characteristics of jelly containing added pomegranate powder and opuntia humifusa powder. *Korean J. Food Cooker Sci.* 25: 132-142.
- Choi EJ, Lee JE, Oh MS. 2007. The quality characteristics of grape jelly made with various gelling agents for consumption by elderly women. *Korean J. Food Cookery Sci.* 23: 891-898.
- Choi EJ, Lee JH. 2013. Quality and antioxidant properties of jelly incorporated with purple sweet potato concentrate. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 47-52.
- Choi JE, Lee JH. 2014. Quality and antioxidant property of gelatin jelly incorporated with jujube concentrate. *Food Eng. Prog.* 18: 65-69.
- Folin O, Dennis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol Chem.* 12: 239-243.
- Jeong JS, Chung HS. 2017. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of puerh tea jelles. *Korean J. Food Cook Sci.* 33: 636-642.
- Jeon JE, Lee IS. 2019. Effects of adding green grape juice on quality characteristic of Konjak jelly. *J. Korean Soc. Food Sci. Cult.* 34: 629-636.
- Kang HS, Kim MJ, Rho JO, Choi HI, Han MR, Myung JH, Kim AJ. 2017. Quality characteristics of care food (jelly) prepared with wild carrot (*Daucus carota* L.) juice. *J. Korean Dietetic Association* 23: 337-349.
- Kang M, Yoon HH. 2020. Quality characteristics of black rice bran Konjac jelly added with erythritol. *Culin Sci. Hosp. Res.* 26: 72-82.
- Kehan P, Juanying O, Junqing H, Shiyi O. 2016. *p*-coumaric acid and its conjugates: Dietary sources, pharmacokinetic properties and biological activities. *J. Sci. Food Agricult.* 96: 2952-2962.
- Kim AJ, Yuh CS, Bang IS. 2007. A qualitative investigation of *Dongchunghacho* jelly with assorted increments of *Paecilomyces japonica* powder. *Korean J. Food Nutr.* 20: 40-46.
- Kim JS, Kang EJ, Chang YE, Lee JH, Kim JC, Kim KM. 2013. Characteristics of strawberry jam containing strawberry puree. *J. Food Cookery Sci.* 29: 725-731.
- Kim AJ, Rho JO. 2011. The quality characteristics of jelly added with black garlic concentrate. *Korean J. Human Ecol.* 20: 467-473.
- Kim SJ. 2013. Preparation and characteristics of *Konjac* noodle-added Mugwort. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 23: 613-619.
- Kim NY, Jang HK, Yang KH, Lee KJ, Kim MR. 2011. Antioxi-

- dant activities and quality characteristics of jelly added *Rehmania radix* preparata concentrate. J. Esat Asian Soc. Diet. Life 21: 814-822.
- Kim HS, Hwang ES. 2022. Quality characteristics and antioxidant activity of jelly containing varying amounts of jerusalem artichoke extract. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 51: 476-482.
- KOSIS. 2020. Estimated population by age group (production age population, elderly population. Available from http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1BPA003&vw_cd=MT_ZTI-TLE&list_id=A41_10&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ZTITLE_rank.html.
- Lee DH, Chung HJ. 2020. Quality characteristic and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder. Korean J. Food Preserv. 27: 111-118.
- Lee JH, Ji YJ. 2015. Quality and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with cranberry concentrate. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 44: 1100-1103.
- Lee WG. 2018. Quality characteristic and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with black currant (*Ribes nigrum* L.) powder. Culin Sci. Hosp. Res. 24: 113-120.
- Lee JA. 2016. Quality characteristics of jelly added with peach (*Prunus persica* L. Batsch) powder. Culi. Sci. & Hos. Res. 22: 108-120.
- Lee JY, Yoon HY, Kim MR. 2010. Quality characteristics of jelly with black garlic. Korean J. Food Culture 25: 832-838.
- MAFRA. 2020. Korea agro-fisheries and food distribution corporation. Available from: <http://www.atfis.or.kr/article/M001050000/view.do?articleId=3302>
- Maupetit P. 1984. New constituents in olibanum resinoid and essential oils. Perfumer Flavorist 9: 19-37.
- Nam DE, Kim OK, Shim TJ, Kim JH, Lee JM. 2014. Effect of *Boswellia serrata* extracts on degenerative osteoarthritis *in vitro* Models. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 43: 631-640.
- Park SH, Joo NM. 2006. Optimization of jelly addition of *Morinda Citrifolia* (Noni) by response surface methodology. Korean J. Food Cookery Sci. 22: 1-11.
- Pedretti A, Capezzer R, Zane C, Facchinetti E, Calzavara-Pinton P. 2010. Effect of topical boswellic acid on photo and age-damaged skin: Clinical, biophysical, and echographic evaluations in a double-blind, randomized, split-face. Planta Med. 76: 555-560.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Bio. Med. 26: 1231-1238.
- Wu YJZ, Kim MH, Han YS. 2021. Antioxidant activity and quality characteristics of Konjac jelly with the addition of *Crataegus pinnatifida* bunge powder. Korean J. Food Cook Sci. 37: 318-327.

Author Information

정연희: 신한대학교 대학원 바이오식품의식산업학과
박사과정

안선정: 신한대학교 식품조리과학부 교수