



Research Article

Physicochemical properties of novel jelly produced by adding *Platycodon grandiflorum* concentrates

도라지 농축액을 첨가한 젤리의 이화학적 품질 특성

Yu Mi Kim¹, Kwang-Sup Youn^{1,2*}

김유미¹ · 윤광섭^{1,2*}

¹Department of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

²Institute of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

¹대구가톨릭대학교 식품공학과, ²대구가톨릭대학교 식품과학연구소

Abstract We evaluated the physicochemical properties of *Platycodon grandiflorum* jelly prepared six different concentrate levels to develop the jelly with improved functionality. As the *Platycodon grandiflorum* concentrate content increased, the moisture content and pH tended to decrease, and soluble solids tended to increase, but no significant variation existed. The L value decreased as the concentration of *Platycodon grandiflorum* content increased. Conversely, the a and b values tended to increase. Texture profile of the jelly revealed, the strength and hardness increased, but the elasticity and cohesiveness decreased as the content of the *Platycodon grandiflorum* concentrate increased. The melting rate was lowest in the control jelly, and there was no significant difference in the melting rates between the jelly supplemented with different concentrate levels. The melting temperature was the highest in PG10, and the gelling temperature did not vary significantly among the different added *Platycodon grandiflorum* concentrate levels. The crude saponin content increased as the concentrate content increased. The ABTS and the DPPH radical scavenging ability both tended to increase as the content increased. Therefore, the jelly preparation improved in functionality by adding *Platycodon grandiflorum* concentrate, with providing improved textural characteristics and high antioxidant properties.

Keywords jelly, gelling property, texture, *Platycodon grandiflorum*



Citation: Kim YM, Youn KS. Physicochemical properties of novel jelly produced by adding of *Platycodon grandiflorum* concentrates. Korean J Food Preserv, 29(5), 739-748 (2022)

Received: May 02, 2022
Revised: June 23, 2022
Accepted: June 29, 2022

***Corresponding author**
 Kwang-Sup Youn
 Tel: +82-53-850-3209
 E-mail: ksyoun@cu.ac.kr

Copyright © 2022 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.

1. 서론

도라지(*Platycodon grandiflorum*)는 초롱꽃과(Campanulaceae)에 속하는 다년생 초본 식물로 한국, 중국, 일본 등에서 자생하며, 나물 등 음식의 재료뿐만 아니라 다양한 약리작용으로 약재로 사용되고 있다(Kim 등, 2008). 한국에서는 약용보다는 식용으로 더 많이 이용되고 있으며, 식용으로는 철분과 칼슘이 비교적 많이 함유되고 당질이 많이 있어 생체, 나물, 자반, 산적 등으로 조리되고 있다(Park 등, 2009). 조리 시 도라지의 향긋한 풍미와 독특한 쓴맛은 기호성을 높여줄 뿐만 아니라 생리학적 효과도 뛰어난 식품으로 알려져 있다(Park 등, 2012).

동의보감에 의하면 도라지는 호흡기계 질환에 효과가 높다고 기록되어 있으며, 최근 중추신경 억제 작용, 항염증 작용, 혈압강하 작용, 용혈 작용 등의 다양한 약리 효과가 점증되고 있다(Park 등, 2009). 도라지에는 사포닌, 폴리아세틸렌, 플라보노이드, 폴리페놀, 스테롤 등의 생리활성을 가지는 주요 성분으로 보고되고 있으며, 도라지의 사포닌은 항산화 효소 발현을 촉진하며, 간의 지질과 산화를 억제함으로써 고지방 식이로 유도한 비알코올성 지방간염 개선에 효과가 있다는 보고가 있다(Choi 등, 2017). 도라지 추출물의 면역력 증진, 항암 및 항균 효과 등의 기능성 연구가 진행되고 있으며, 다양한 생리활성을 함유한 도라지는 천연 약물 및 건강 보조식품으로 이용되며 도라지 머핀(Kim과 Kang, 2011), 도라지 식혜(Jeong과 Yu, 2013), 도라지 스펀지케이크(Hwang과 Kim, 2019) 등의 다양한 가공식품에도 활용되고 있다.

최근 천연식품 소재로 제조된 가공식품과 기능성 성분을 강화한 식품들이 선호되고 있으며, 또한 식품의 조직감에 대한 관심이 증대되어 디저트 식품으로서 젤리의 소비와 다양한 식감을 제공할 수 있는 겔(gel)상 식품의 소비가 증가하고 있다(Son 등, 2005). 젤라틴은 동물의 결합 조직을 구성하고 있는 주요 단백질인 콜라겐을 가열한 후 산과 염기로 가수분해시켜 용출시킨 것으로, 가역적인 열특성을 보이는 겔화제로 이용된다(Park 등, 2014). 젤라틴을 이용한 겔은 용융점이 37℃로, 사람의 체온에서 쉽게 녹아 열 안정성이 낮지만 부드러운 식감을 나타내므로 젤리, 과자, 푸딩 등 식품의 주원료 및 부원료로 많이 사용된다(Stevens, 2009). 이러한 젤리 제조에 있어 기능성분이 첨가된 유자 분말을 첨가한 저당 젤리(Hwang 등, 2018), 땀땀이나무 열매 분말(Lee와 Chung, 2020), 양파껍질 추출물(Jeong과 Cha, 2020), 생강 효소처리 농축액(Nam 등, 2020) 첨가 젤리 제조 등의 다양한 연구가 진행되고 있다. 또한, 돈피 젤라틴 분말을 첨가한 떡갈비(Jeong과 Kim, 2016), 노계 다리살 소시지(Yoo와 Kim, 2017), 닭발 젤라틴 첨가량을 달리한 겨자소스(Kim과 Shin, 2021) 등의 다양한 식품에도 첨가된 연구가 진행되고 있다. 최근에는 이러한 젤리 식품을 통한 열량 섭취를 감소시키기 위하여 현재 설탕, 포화지방 등을 대체한 무설탕, 무지방, 무열량 식품에 관한 연구들도 진행되고 있다(Rhee, 2010).

따라서 본 연구에서는 기능성이 증진된 젤리를 개발하고자 도라지 농축액을 첨가한 젤리를 제조하여 이화학적 품질 특성 및 항산화 활성을 분석하여 도라지를 이용한 가공제품 개발에 활용할 수 있는 자료로 제시하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

본 연구에 사용한 겔화제로는 젤라틴(Geltech Co., Busan, Korea)을 구입하여 사용하였다. 도라지는 전남 장흥군 소재의 장수촌 도라지영농조합에서 2020년 12월 수확한 6년근 도라지를 구입하여, 도라지 12 kg에 증류수 120 L를 넣고 100℃에서 4시간 열수 추출하였다. 추출물을 60℃에서 감압 농축하여 55 °Brix로 농축액을 제조하여 젤리 제조에 사용하였다.

2.2. 젤리 제조

젤리 제조는 예비실험을 통하여 얻어진 젤라틴 농도 3.5%에 도라지 농축액 함량을 0-10%로 첨가하여 제조하였다. 배합비에 따라 일정량의 증류수를 80℃ water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co Ltd., Wonju, Korea)에서 중탕하여 젤라틴과 도라지 농축액을 녹인 후 5분간 교반하였다. 완전히 용해된 후에는 일정한 크기의 틀(60 mm×60 mm×20 mm)에 넣고 상온에서 30분간 방냉한 후, 4시간 동안 4℃ 냉장고에서 굳힌 후 실험에 사용하였다.

2.3. 색도 측정

색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 밝기를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness), 황색도를 나타내는 b값(yellowness)을 측정하였다.

2.4. 수분함량 측정

수분함량은 적외선 수분측정기(HE53, Halogen Moisture Analyzer, Mettler-Toledo, Zurich, Switzerland)를 사용하여 젤리 1 g을 칭량 후 105℃에서 측정하였다.

2.5. pH 및 가용성 고형분 측정

pH 및 가용성 고형분의 측정은 시료 5 g을 취해 50 mL

의 증류수를 가한 후 homogenizer(Nissei AM-12, Nohon Seiki Co., Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 마쇄한 다음 상등액을 pH meter(S220, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)와 굴절 당도계(N1, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

2.6. 조직감 측정

젤리의 물성은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 2회 압착시험을 통해 강도(stress), 경도(hardness), 탄력성(springiness) 및 응집성(cohesiveness)을 측정하였다. 측정조건은 시료를 절단(20 mm×20 mm×20 mm)하여 시료로 사용하였으며, 지름이 15 mm인 adaptor를 부착하여 table speed 120 mm/min, compression ratio를 30%, table moves 10 mm로 설정하여 측정하였다.

2.7. 붕괴율 측정

Kawamura와 Takayanagi(1989)의 방법에 따라 붕괴율은 젤리의 열 안정성을 측정하였다. 시료 겔을 100 mL 비이커에 50 g을 취하고 4℃에서 3시간 냉각하여 겔화한 것을 측정시료로 사용하였다. 붕괴율 측정온도는 40℃의 water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co., Ltd., Korea)에서 10분간 방치한 후, 비이커에서 겔을 꺼내어 6 mesh 금속망에 올려놓고 30초간 분리된 졸의 중량을 측정한다. 겔 전체 중량에 대한 중량백분율을 붕괴율(%)로 하였다.

2.8. 투명도 측정

젤리의 투명도는 완성된 겔을 80℃의 water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co., Ltd.)에서 30분간 열을 가한 후 졸(sol) 형태에서 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 500 nm에서 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

2.9. 용해온도 및 응고온도 측정

Shimda 등(1993)의 방법을 변형하여 젤리의 용해온도 및 응고온도를 측정하였다. 용해온도는 내경 1.2 cm인 시험관에 시료졸을 5 mL씩 주입하여 4℃에서 3시간 유지한 후 겔을 형성하였다. 그 후 25℃의 water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co., Ltd., Korea)에서 겔 표면이 다

녹을 때까지 최대 80℃까지 온도를 증가시켰다. 0.5℃ 상승할 때마다 시험관을 거꾸로 세워 겔의 표면이 용해하는 온도를 용해온도로 하였다. 응고온도는 내경 1.2 cm인 시험관에 시료졸을 5 mL씩 주입하여 30분간 70℃의 water bath에서 유지시킨 후 온도를 저하시켜 겔 표면이 용해되는 온도를 측정하였다.

2.10. 조사포닌 분석

Lee 등(2013)의 n-butanol 추출법을 변형하여 조사포닌 함량을 정량하였다. 도라지 젤리 5 g에 80% methanol 25 mL를 가하여 1시간 동안 70℃ 수욕상에서 추출하여 여과(Whatman No. 2)하였다. 이러한 추출과정을 2회 반복 실시 후 얻어진 추출물을 50℃에서 감압 농축하였다. 농축 후 증류수 25 mL를 가하여 지용성 성분을 제거하기 위해 diethylether 25 mL를 가하여 2회 반복 추출하였다. 이후 수포화 n-butanol 25 mL를 가한 후 3회 반복 추출하였다. 이를 농축 플라스크에 회수하여 감압 농축한 뒤 105℃에서 항량이 될 때까지 건조하였다. 다음 식으로부터 조사포닌 함량을 구하였다.

조사포닌(mg%) =

$$\frac{\text{건조 후 수기의 무게(mg)} - \text{수기의 무게(mg)}}{\text{시료(g)}} \times 100$$

2.11. DPPH 라디칼 소거활성 측정

Blois(1958)의 방법에 따라 젤리의 DPPH 라디칼 소거활성을 측정하였다. 0.4 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 용액 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가하여 10분간 방치하였다. 이후 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 다음 식으로부터 활성도를 산출하였다.

DPPH radical scavenging ability (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{O.D. of sample}}{\text{O.D. of control}}\right) \times 100$$

2.12. ABTS 라디칼 소거활성 측정

Re 등(1999)의 방법에 따라 ABTS 라디칼 소거활성을

측정하였다. 2.6 mM potassium persulfate와 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)를 혼합한 다음 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시켰다. 이후 실험 직전에 ABTS 용액을 phosphate buffer saline(PBS, pH 7.4)을 사용하여 732 nm에서 흡광도가 0.700 ± 0.030 이 되도록 희석하여 사용하였다. 희석된 ABTS 용액 950 μ L에 시료 50 μ L를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시켰다. 이후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 다음 계산식에 의하여 활성도를 산출하였다.

ABTS radical scavenging ability (%) =

$$\left(1 - \frac{\text{O.D. of sample}}{\text{O.D. of control}}\right) \times 100$$

2.13. 통계처리

모든 실험은 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 IBM SPSS 12(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 도라지 젤리의 색도

색도는 젤리의 기호성에 영향을 주는 부분으로 부재료 첨가에 따라 영향을 가장 많이 받는 특성이다(Kim 등, 2020). 본 연구에서 제조된 도라지 농축액 첨가함량에 따른 젤리의 색도는 Table 1에 나타내었다. 색의 밝기를 나타내는 L의 값은 35.54-55.98의 범위를 나타내며, 무첨가구에서 55.98로 가장 높은 밝기를 나타내었으며, 도라지 농축액 함량이 10%인 PG10에서 35.54로 낮아, 첨가함량이 증가할수록 L값이 낮아지는 경향을 나타내어 첨가함량에 따라 유의적인 차이를 나타내었다. a값과 b값은 도라지 농축액 첨가함량이 많을수록 증가하는 경향을 나타내어 PG10에서 각각 2.74와 16.09를 나타내었으며, a값은 첨가함도에 따른 유의적인 차가 있었으나, b값의 경우에는 농축액 첨가함량이 6%인 PG6부터 PG8과 PG10에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 도라지 농축액 자체의 갈색이 젤리

Table 1. Color values of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorum*s

Sample ¹⁾	Color value		
	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
Control	55.98±0.66 ²⁾	-0.96±0.09 ^f	7.86±0.14 ^d
PG2	48.47±0.25 ^b	-0.07±0.08 ^e	13.22±0.61 ^c
PG4	42.76±0.1 ^c	0.53±0.09 ^d	15.14±0.28 ^b
PG6	40.45±0.3 ^d	1.41±0.30 ^c	16.82±0.80 ^b
PG8	37.77±0.39 ^e	2.21±0.15 ^b	16.41±0.22 ^a
PG10	35.54±0.25 ^f	2.74±0.09 ^a	16.09±0.22 ^a

¹⁾Control, *P. grandiflorum*s concentrate 0%; PG2, *P. grandiflorum*s concentrate 2%; PG4, *P. grandiflorum*s concentrate 4%; PG6, *P. grandiflorum*s concentrate 6%; PG8, *P. grandiflorum*s concentrate 8%; PG10, *P. grandiflorum*s concentrate 10%.

²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences ($p < 0.05$).

의 색상에 영향을 미치는 것으로, 천마 농축액 첨가 젤리 연구에서 농축액은 첨가량이 증가할수록 L값과 b값이 증가하는 경향을 나타내어, 본 연구와 동일하게 농축액에 대한 영향을 받는 것으로 보고되었다(Moon 등, 2011).

3.2. 도라지 젤리의 수분함량, pH 및 가용성 고형분

도라지 농축액 첨가 젤리의 수분함량, pH 및 가용성 고형분의 측정결과는 Table 2에 나타내었다. 수분함량은 도라지 농축액의 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내며 첨가함량에 따라 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으며, 농축액 첨가함량이 10%인 PG10에서 89.74%로 가장 낮은 수분함량을 나타내었다. 이와 같은 결과는 대추농축액 첨가 젤리의 연구에서 무첨가군의 수분함량이 84.35%로 가장 높았으며, 농축액 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내어 유사한 경향을 나타내었다(Choi와 Lee, 2014). 도라지 농축액 첨가 젤리의 pH는 pH 6.19-6.73으로, 농축액을 첨가하지 않은 무첨가구에서 pH 6.73으로 가장 높은 pH를 나타내었으며, 도라지 농축액 첨가함량이 증가할수록 감소하는 경향으로 나타내었으나 PG8과 PG10에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 가용성 고형분은 도라지 농축액의 함량이 증가할수록 증가하는 경향이었으나, 첨가함량별 유의적 차이는 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 대추젤리 제조 시 농축액 첨가량이 증가할수록

Table 2. Moisture content, pH, and soluble solid of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorums*

Sample ¹⁾	Moisture content (%)	pH	Soluble solid (°Brix)
Control	96.63±0.05 ^{a2)}	6.73±0.10 ^a	0.2±0 ^a
PG2	95.35±0.16 ^b	6.53±0.03 ^b	0.2±0 ^a
PG4	93.61±0.12 ^c	6.41±0.02 ^c	0.4±0 ^a
PG6	91.87±0.13 ^d	6.30±0.02 ^d	0.4±0 ^a
PG8	90.82±0.16 ^e	6.24±0.01 ^{de}	0.6±0 ^a
PG10	89.74±0.27 ^f	6.19±0.01 ^e	0.6±0 ^a

¹⁾Control, *P. grandiflorums* concentrate 0%; PG2, *P. grandiflorums* concentrate 2%; PG4, *P. grandiflorums* concentrate 4%; PG6, *P. grandiflorums* concentrate 6%; PG8, *P. grandiflorums* concentrate 8%; PG10, *P. grandiflorums* concentrate 10%.

²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

pH는 감소하는 경향을 나타내었으며, 이는 첨가량이 전체 물의 양에 비해 상대적으로 적었기 때문에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보고하였으며(Choi와 Lee, 2014), Kim 등(2010)의 흑삼 농축액 첨가 젤리의 연구에서도 pH는 무첨가구에 비해 농축액의 첨가량 증가에 따른 유의적 차이는 없었으나 감소하는 경향을 나타내었다고 보고하였다.

3.3. 도라지 젤리의 조직감

도라지 농축액 첨가를 달리하여 제조한 도라지 젤리의 조직감 측정결과는 Table 3과 같다. 젤리의 강도는 농축액 10% 첨가구인 PG10이 48.48 g/cm²로 가장 높게 나타났으며, 도라지 농축액 함량이 많을수록 강도가 높아지는 경향을 나타내었으며, 무첨가구에서 38.96 g/cm²로 가장 낮

은 강도를 나타내었는데, PG4, PG6, PG8 첨가구에서는 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났으나, PG8과 PG10에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 경도 또한 농축액 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으며, 무첨가구와는 유의적인 차이가 있었으나 PG2와 PG4, PG4와 PG6, PG8과 PG10에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 탄력성은 무첨가구에서 102.48%로 가장 높은 탄력성을 가지고 있으며, PG10이 98.35%로 도라지 농축액이 첨가될수록 낮아지는 경향을 나타내었으며, PG10에서만 타 첨가구와 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 응집성 또한 무첨가구에서 99.98%로 가장 높았으며, 그다음 PG4에서 97.96%로 높은 값을 나타낸 후 감소하는 경향을 나타내어, PG10에서 86.52%로 가장 낮은 응집성을 나타내어 다른 농도의 첨가구와 유의적인 차이를 보였다. 천마 농축액 젤리 제조에 있어 천마 농축액이 증가할수록 경도가 증가하는 경향을 나타내었으며(Moon 등, 2011), 흑마늘 농축액 첨가 젤리 연구에서 흑마늘 농축액이 증가할수록 경도, 점성 및 씹힘성은 유의적으로 증가하였으나, 탄력성, 응집성은 유의적 차이가 없었고, 부착성은 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다고(Kim과 Rho, 2011) 보고하여, 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

3.4. 도라지 젤리의 붕괴율 및 투명도

도라지 농축액의 첨가량을 달리하여 제조한 도라지 젤리의 붕괴율과 투명도를 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 붕괴율의 경우 무첨가구에서 89.77%로 낮은 붕괴율을 나타냈으며, 도라지 농축액 첨가 젤리의 경우 96.27-

Table 3. Textural properties of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorums*

Sample ¹⁾	Strength (g/cm ²)	Hardness (g/cm ²)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)
Control	38.96±0.95 ^{a2)}	129.15±3.08 ^e	102.48±0.85 ^a	99.98±1.76 ^a
PG2	40.91±2.61 ^{cd}	136.36±8.58 ^d	100.26±2.43 ^{ab}	94.06±7.38 ^{ab}
PG4	42.12±1.24 ^c	140.09±4.01 ^{cd}	100.26±1.65 ^{ab}	97.96±2.82 ^{ab}
PG6	44.90±0.78 ^b	148.92±4.8 ^{bc}	100.03±1.35 ^{ab}	96.53±1.27 ^{ab}
PG8	47.88±2.50 ^a	154.36±11.94 ^{ab}	99.70±2.16 ^{ab}	94.26±3.48 ^{ab}
PG10	48.48±2.99 ^a	165.64±7.83 ^a	98.35±3.85 ^b	86.52±19.80 ^b

¹⁾Control, *P. grandiflorums* concentrate 0%; PG2, *P. grandiflorums* concentrate 2%; PG4, *P. grandiflorums* concentrate 4%; PG6, *P. grandiflorums* concentrate 6%; PG8, *P. grandiflorums* concentrate 8%; PG10, *P. grandiflorums* concentrate 10%.

²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

97.04%로 나타나 무첨가에 비하여 높았으나, 첨가농도에 따른 유의적 차이는 없는 것으로 나타났다. 젤라틴의 경우 농도가 낮을수록, 온도가 높을수록 잘 붕괴되며, 겔화된 젤라틴은 25℃ 전후에서 용해되기 때문에 여름철 실온에 장시간 방치하면 용해, 붕괴한다고 알려져 있다(Kim, 2014). 젤리의 투명도는 겔화제의 불투명성을 확인하는 실험으로 외관에 영향을 주는 요인이다(Kim 등, 2020). 도라지 젤리의 제조에 있어서 졸 상태에서의 투명도는 무첨가구가 0.110으로 가장 투명한 것으로 나타났으며, 도라지 농축액 함량이 증가할수록 불투명하여 첨가 농도 10%인 PG10에서 0.761로 투명도가 가장 낮게 나타나, 첨가함량에 따른 유의적 차이를 나타내었다. 석류 분말 및 천년초 분말의 첨가량이 증가할수록 투명도가 낮아졌다는 보고(Cho와 Choi, 2009)와, 천마 농축액 첨가 젤리에서 농축액의 첨가량이 많아질수록 탁도가 높은 값을 나타내었다는 연구 결과(Moon 등, 2011)를 보여 본 연구와 유사하였다.

3.5. 도라지 젤리의 용해온도 및 응고온도

도라지 농축액 함량을 다르게 하여 젤리 제조 시, 겔의 용해온도와 응고온도를 측정된 결과를 Table 5에 나타내었다. 용해온도는 겔 상태의 젤리에서 표면이 녹아 흐르는 상태가 되었을 때의 온도를 말하는 것으로, 용해온도의 범위는 30.0-30.83℃로 PG10에서 30.83℃로 가장 높았으나, 가장 낮은 30℃와 큰 차이를 나타내지 않았다. 무첨가구,

Table 4. Melt down rate and transparency of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorums*

Sample ¹⁾	Melt down rate (%)	Transparency (O.D.)
Control	89.77±3.45 ^{b2)}	0.110±0.001 ^f
PG2	97.04±0.25 ^a	0.220±0.001 ^e
PG4	96.27±0.41 ^a	0.339±0.002 ^d
PG6	96.37±0.77 ^a	0.486±0.003 ^c
PG8	96.60±0.50 ^a	0.620±0.007 ^b
PG10	96.54±0.67 ^a	0.761±0.009 ^a

¹⁾Control, *P. grandiflorums* concentrate 0%; PG2, *P. grandiflorums* concentrate 2%; PG4, *P. grandiflorums* concentrate 4%; PG6, *P. grandiflorums* concentrate 6%; PG8, *P. grandiflorums* concentrate 8%; PG10, *P. grandiflorums* concentrate 10%.

²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

Table 5. Melting temperature and gelling temperature of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorums*

Sample ¹⁾	Melting temperature (°C)	Gelling temperature (°C)
Control	30.00±0.00 ^{c2)}	20.50±0.00 ^a
PG2	30.00±0.00 ^c	20.50±0.00 ^a
PG4	30.00±0.00 ^c	20.00±0.00 ^a
PG6	30.50±0.00 ^b	20.00±0.00 ^a
PG8	30.67±0.24 ^{ab}	19.50±0.00 ^a
PG10	30.83±0.24 ^a	19.50±0.00 ^a

¹⁾Control, *P. grandiflorums* concentrate 0%; PG2, *P. grandiflorums* concentrate 2%; PG4, *P. grandiflorums* concentrate 4%; PG6, *P. grandiflorums* concentrate 6%; PG8, *P. grandiflorums* concentrate 8%; PG10, *P. grandiflorums* concentrate 10%.

²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

PG2, PG4에서 온도에 대한 유의적 차이를 나타내지 않았으나, PG6 이후의 첨가농도에서는 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 겔화가 일어나는 응고온도의 범위는 19.5-20.5℃ 사이로 PG8, PG10에서 19.5℃로 유의적 차이가 없었으나, 첨가농도가 높은 PG8과 PG10에서 낮은 온도에서 응고가 되는 것을 확인하였다. 겔화제 종류에 따라서 용해온도와 응고온도의 차이가 있는 것으로 나타나지만, 동일한 겔화제인 젤라틴을 사용한 본 실험의 경우 응고온도 및 용해온도의 범위가 크지 않은 것으로 사료된다. 다만 키위 첨가 젤리의 경우 첨가량이 증가함에 따라 겔의 용해온도가 증가한다는 연구보고를 볼 때 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다(Yoon과 Oh, 2003).

3.6. 도라지 젤리의 조사포닌 함량

도라지 농축액 첨가함량을 달리하여 제조한 젤리의 조사포닌 함량을 Table 6에 나타내었다. 도라지 농축액 첨가함량이 증가함에 따라 PG2에서 0.9 mg/g으로, PG10에서 2.2 mg/g으로 나타나 첨가농도의 증가에 따라 조사포닌 함량이 증가하는 경향을 나타내었으나, 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 도라지에서는 약 17종의 사포닌이 존재하며, platycoside라고 알려진 triterpene계 사포닌을 함유하고 있는데, 이러한 사포닌은 동물 실험에서 진해, 거담 작용, 중추신경 억제 작용, 혈압 및 혈당 강화 작용, 콜레스테롤 개선 작용, 항산화 및 항암 효과 등이 있

Table 6. Crude saponin content of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorums*

Sample ¹⁾	Crude saponin content (mg/g)
PG2	0.9±0.42 ^{a2)}
PG4	1.2±0.00 ^a
PG6	1.2±0.00 ^a
PG8	1.8±0.57 ^a
PG10	2.2±0.85 ^a

¹⁾Control, *P. grandiflorums* concentrate 0%; PG2, *P. grandiflorums* concentrate 2%; PG4, *P. grandiflorums* concentrate 4%; PG6, *P. grandiflorums* concentrate 6%; PG8, *P. grandiflorums* concentrate 8%; PG10, *P. grandiflorums* concentrate 10%.

²⁾Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences ($p < 0.05$).

는 것으로 보고되어 있다(Jang 등, 2011). 도라지의 조사포닌 함량을 높이기 위하여 증숙 처리한 결과 조사포닌 함량이 증가하였으며, 가압증숙 횟수가 증가할수록 조사포닌 또한 증가하는 경향을 나타내었고, 가압증숙 처리를 통해 가압 및 가열에 의하여 높은 사포닌 함량 및 유용성분 추출이 용이하다는 연구 보고(Kim과 Youn, 2020)가 있어, 향후 증숙처리한 도라지 농축액을 활용하여 사포닌이 증강된 젤리의 제조가 가능할 것으로 사료된다.

3.7. 도라지 젤리의 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거활성

도라지 농축액 함량에 따른 젤리의 ABTS 및 DPPH 라

디칼 소거활성은 Fig. 1에 나타내었다. 도라지 농축액 첨가 함량이 높은 PG10에서 가장 높은 활성을 나타내어 ABTS 라디칼 소거활성은 무첨가구에서 1.22%였으며, 도라지 농축액 첨가량이 증가함에 따라 4.8%, 8.98%, 14.1%, 17.96%, 21.96%로 나타나 PG10이 높은 활성을 보였으며, 첨가함량에 따라 유의적 차이를 나타내었다. DPPH 라디칼 소거활성의 경우, 무첨가구에서 11.07%, PG10에서 28.33%로 증가하는 경향을 보였으며, 무첨가구에서 PG6 까지 통계적 유의적 차이는 나타나지 않았으나 PG8과 PG10에서는 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 페놀 또는 플라보노이드의 함량이 증가할수록 높은 항산화 활성을 가지게 되어 도라지 농축액 함량이 증가할수록 ABTS와 DPPH 라디칼 소거능이 증가하는 것으로 사료된다. 흑마늘을 이용한 기능성 젤리의 품질특성 연구에서 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과 IC₅₀값은 대조군이 132.47 mg/mL로 나타났으며, 흑마늘의 첨가량이 증가함에 따라 IC₅₀의 값이 감소하는 경향을 나타내어 항산화 활성이 증가하는 것을 보고(Lee 등, 2010)하였으며, 도라지 분말 첨가 머핀의 품질특성 연구에서 대조군보다 도라지 분말을 첨가한 머핀은 3% 첨가구에서 72.45%의 높은 항산화 활성을 나타냈으며, 이러한 항산화 활성은 도라지 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가한다고 보고하여(Kim과 Kang, 2011) 본 실험과 비슷한 양상을 나타내었다.

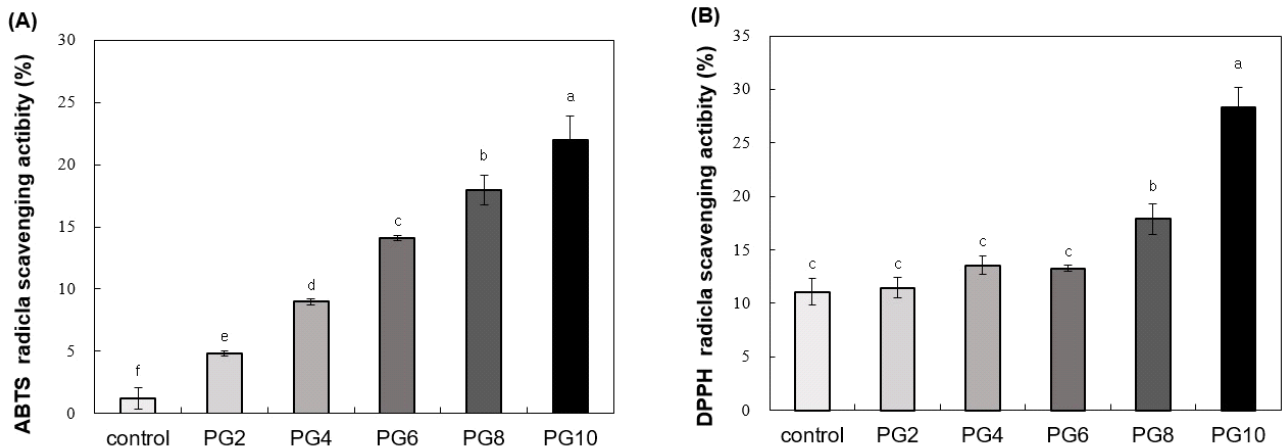


Fig. 1. ABTS (A) and DPPH radical (B) scavenging activity of jelly prepared with different concentrations of *Platycodon grandiflorums*. Values are mean±SD of triplicate determinations. Values with different letters on the bar (a-f) indicate significant differences ($p < 0.05$).

4. 요약

기능성이 증진된 젤리를 개발하고자 도라지 농축액을 첨가한 젤리를 제조하여 이화학적 품질 특성 및 항산화 활성을 분석하여 도라지를 이용한 가공제품 개발을 하고자 하였다. 도라지 농축액 함량에 따른 젤리의 품질특성에서 색도 중 밝기를 나타내는 L값은 도라지 함량에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며, a값은 증가하는 경향을 나타내었다. 수분함량과 pH는 도라지 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, 가용성 고형분은 증가하는 경향을 나타내었으나 유의적 차이는 나타나지 않았다. 젤리의 텍스처 품질특성에서 강도 및 경도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 탄력성과 응집성은 도라지 함량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 젤리의 붕괴율은 도라지를 첨가하지 않은 무첨가구에서 가장 낮은 붕괴율을 보였으며, 도라지 함량에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 투명도는 도라지 함량이 증가할수록 불투명해지는 경향을 나타내었다. 용해온도는 도라지 함량 PG10에서 가장 높은 온도를 나타내었으며, 응고온도는 도라지 함량에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다. 조사포닌 함량은 도라지 농축액의 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으며, ABTS와 DPPH 라디칼 소거능 또한 도라지 함량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과로 볼 때 도라지 농축액 첨가로 기능성이 증진된 젤리가 가능할 것으로 사료되며, 첨가농도 10%의 젤리가 조직특성과 높은 항산화성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2021년도 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원에 의한 것으로 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Youn KS. Data curation: Youn KS. Formal analysis: Kim YM. Methodology: Kim YM, Youn KS. Validation: Youn KS. Writing - original

draft: Kim YM. Writing - review & editing: Youn KS.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Yu Mi Kim (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-9379-2291>

Kwang-Sup Youn (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0001-7451-0554>

References

- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 26, 1199-1200 (1958)
- Cho Y, Choi MY. Quality characteristics of jelly containing added pomegranate powder and *Opuntia humifusa*. *Korean J Food Cookery Sci*, 25, 134-142 (2009)
- Choi JE, Lee JH. Quality and antioxidant property of gelatin jelly incorporated with jujube concentrate. *Food Eng Prog*, 18, 65-69 (2014)
- Choi JH, Jin SW, Choi CY, Kim HG, Kim SJ, Lee HS, Chung YC, Kim EJ, Lee YC, Jeong HG. Saponins from the roots of *Platycodon grandiflorum* ameliorate high fat diet-induced non-alcoholic steatohepatitis. *Biomed Pharmacother*, 86, 205-212 (2017)
- Hwang K, Kang SA, Kim DS, Lee HS, Lee SJ, Choi YR, Jang EH, Park SM. Physicochemical characteristics of yuza (*Citrus junos* Sied ex Tanaka) powder added low-sugar jelly. *J Chitin Chitosan*, 23, 76-83 (2018)
- Hwang MH, Kim MR. Quality characteristics and radical scavenging activities of sponge cake containing bellflower powder. *Korean J Food Cook Sci*, 35, 252-261 (2019)
- Jang JR, Hwang SY, Lim SY. Inhibitory effect of extracts of *Platycodon grandiflorum* (the ballon

- flower) on oxidation and nitric oxide production. Korean J Food Preserv, 18, 65-71 (2011)
- Jeong EJ, Cha YJ. Quality characteristics of jelly made with onion peel extracts. Culi Sci & Hos Res, 26, 186-193 (2020)
- Jeong HG, Kim HY. Development of *tteokgalbi* added with pig skin gelatin powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 1147-1152 (2016)
- Jeong SI, Yu HH. Quality characteristics of sikhe prepared with the roots powder of Doraji (*Platycodon grandiflorum* A. DE. Candolle). J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 759-765 (2013)
- Kawamura F, Takayanagi S. The properties of gelatin gel and sol mixed with carrageenan (part 1) effect of mixing ratio on the properties. J Cookery Sci Jpn, 22, 147-151 (1989)
- Kim AJ, Lin HJ, Kang SJ. Quality characteristics of black *Ginseng* jelly. Korean J Food Nutr, 23, 196-202 (2010)
- Kim AJ, Rho JO. The quality characteristics of jelly added with black garlic concentrate. Korean J Hum Eco, 20, 467-473 (2011)
- Kim DH, Kang CS. Qualitative characteristics of muffins prepared with *Platycodon grandiflorum* powder. J Hotel Resort, 10, 131-139 (2011)
- Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jeong HS. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. Korean J Food Sci Technol, 40, 166-170 (2008)
- Kim JM, Youn KS. Quality characteristics of *Platycodon grandiflorum* depending on steaming treatment. Korean J Food Preserv, 27, 704-713 (2020)
- Kim JY. Quality characteristics of soy milk yanggaeng added with soy milk. MS Thesis, Jeju National University, Korea, p 6-11(2014)
- Kim SH, Shin KE. A study on the quality characteristics of mustard sauce containing various amount of chicken feet gelatin. Culi Sci & Hos Res, 27, 142-150 (2021)
- Kim YM, Kim JM, Youn KS. Quality and textural properties of jelly prepared with different gelling agents. Korean J Food Preserv, 27, 566-573 (2020)
- Lee DH, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder. Korean J Food Preserv, 27, 111-118 (2020)
- Lee JY, Kim BK, Park HJ. Quality characteristics and antioxidant activities of fermented *Deodeok* tea with *Pleurotus eryngii* mycelium. J East Asian Soc Dietary Life, 23, 637-644 (2013)
- Lee JY, Yoon HY, Kim MR. Quality characteristics of jelly with black garlic. Korean J Food Culture, 25, 832-838 (2010)
- Moon JN, Lee SW, Moon HK, Yoon SJ, Lee WY, Lee S, Kim GY. Quality characteristics of chunma (*Gastrodia elata* Blume) jelly with added *Gastrodia elata* blume concentrate. Korea J Food Cookery Sci, 27, 545-556 (2011)
- Nam DG, Kim MN, Im PR, Choe JS, Choi AJ. Quality properties of jelly using ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) concentrate prepared with enzymatic hydrolysis. Korean J Food Cook Sci, 36, 233-242 (2020)
- Park MS, Park DY, Son KH, Koh BK. A study on quality characteristics of Doraji (*Platycodon grandiflorum*) yanggeng using by different pretreatment methods and amounts adding levels of Doraji. J East Asian Soc Dietary Life, 19, 78-88 (2009)
- Park SG, Song TH, Kim DH, Kim GH, Jang KI. Quality properties of peach pudding added with Korean peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice and gelatin. J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 265-272 (2014)
- Park SJ, Kim AY, Lee HS, Kim BY, Baik MY. Effects of puffing process on the saponin components in *Platycodon grandiflorus* (jacqin) A. De Candle. Food Eng Pro, 16, 164-171 (2012)
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radial cation decolorization assay. Free Radic Biol Med, 26, 1231-1237

- (1999)
- Rhee SK. Trends in market for sugarless, low calorie foods and ingredients for reducing the obesity incidence. *J Korean Prof Eng Assoc*, 43, 50-53 (2010)
- Shimada R, Kumeno K, Akabane H, Nakahama N. Gelation and melting of a mixed carrageenan-gelatin gel. *J Home Econo Jpn*, 44, 999-1005 (1993)
- Son MJ, Whang K, Lee SP. Development of jelly fortified with lactic acid fermented prickly pear extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 34, 408-413 (2005)
- Stevens P. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. John Wiley and Sons, Ames, USA, p 116-144 (2009)
- Yoo JE, Kim HY. Development of spent hen chicken-thigh sausage with pork skin gelatin powder added. *Korean J Food Sci Technol*, 49, 80-84 (2017)
- Yoon HS, Oh MS. Quality characteristics of mixed polysaccharide gels with various kiwifruit contents. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 19, 511-520 (2003)