



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
 한국지역사회생활과학회지 33(3): 415~427, 2022
 Korean J Community Living Sci 33(3): 415~427, 2022
<http://doi.org/10.7856/kjcls.2022.33.3.415>

땅콩호박 분말을 첨가한 젤리의 품질특성 및 항산화효과

윤 가 비 채 · 조 한 철¹⁾ · 이 재 준^{†2)}

조선대학교 식품의약학과 박사과정 · U1대학교 호텔외식조리학과 강사¹⁾ · 조선대학교 식품영양학과 교수²⁾

Quality Characteristics and Antioxidative Effects of Jelly with added Butternut Squash Powder

Gabichae Yun · Han-Chul Cho¹⁾ · Jae-Joon Lee^{†2)}

PhD Student, Dept. of Food and Drug, Chosun University, Gwangju, Korea
 Instructor, Dept. of Hotel & Foodservice Culinary Arts, UI University, Youngdong, Korea¹⁾
 Professor, Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju, Korea²⁾

ABSTRACT

In this study, the quality characteristics and antioxidative activity of jelly with added butternut squash powder are investigated. Gelatin was prepared with butternut squash powder at 0.0%, 1.5%, 3.0%, 4.5%, and 6.0% (w/w). Total polyphenol and flavonoid content, plus DPPH and ABTS radical scavenging activities of jelly prepared with butternut squash powder showed significantly increasing values as the amount of added powder increased. As the amount of butternut squash powder increased, moisture content and pH had a tendency to decrease. On the other hand, sugar content tended to increase significantly as the amount of powder added increased. The L-value decreased significantly with increasing amounts of butternut squash powder, but the a-value and b-value increased significantly with increasing amounts of powder in the jelly. By measuring the texture of the jellies, hardness and cohesiveness increased as the amount of powder increased, but springiness, chewiness, and fracturability tended to decrease. These results suggest that butternut squash powder can be useful in the production of high-quality jelly.

Key words: butternut squash powder, jelly, antioxidant effect, quality characteristics

I. 서론

우리나라는 국민 소득의 증가와 고령사회로의 진입에 따른 건강에 대한 관심과 욕구가 높아지는

추세이다. 이로 인하여 건강기능식품의 소비 증가와 함께 이들 시장 규모도 빠른 성장을 보인다. 또한 최근 전세계적으로 코로나바이러스감염증이 기승을 부리고 확산세가 진정될 기미를 보이지 않는

Received: 3 August, 2022 Revised: 11 August, 2022 Accepted: 27 August, 2022

[†]**Corresponding Author:** Jae-Joon Lee Tel: +82-62-230-7725 E-mail: leej80@chosun.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

상황 속에서 면역력 증대에 대한 관심과 자기면역 강화를 위한 건강기능식품의 소비 증대는 더욱 가속화 될 추세이다(Kim et al. 2021).

호박(*Cucurbita moschata* Duch.)은 영양성분을 풍부하게 함유하고 있어 전세계적으로 많이 소비되고 있는 박과(*Cucurbitaceae*)의 일년생 덩굴성 식물이다. 호박의 과육과 씨앗에는 비타민 A, E, 칼슘, 철 등의 영양소를 함유하고 있을 뿐 아니라 간 보호 기능(Makni et al. 2008), 항당뇨(Jiang & Du 2011), 항암(Zhang et al. 2012), 그리고 항비만(Choi et al. 2007) 등 다양한 생리활성 작용까지 알려져 건강식품의 원재료로써 널리 사용되고 있다. 그 중 땅콩호박(*Butternut Squash*)은 생소하지만 모양이 땅콩과 비슷하여 붙여진 이름이며, 최근 방송에서 건강 식재료로 방영됨은 물론 우리나라 각지역에서 재배 중에 있다. 땅콩호박은 중미 멕시코 남부가 원산지인 동양계 호박으로 고온다습한 환경에 대한 적응성이 높은 종으로 알려져 있다(Olson et al. 2006). 땅콩호박은 칼로리가 낮은 식품으로 다이어트 식품과 환자의 식재료로 사용되어 진다고 알려져 있으며(Slaska-Grzywna et al. 2016), β -carotene을 다량 함유하고 있어 체내에서 비타민 A로 전환되고 이는 야맹증, 백내장 등과 같은 안구성 질환 예방에 도움이 된다(Idle & Kabelka 2009; Zaccari & Galietta 2015). 또한 β -cryptoxanthin과 β -carotens 등의 다양한 carotenoid계 색소는 활성산소로부터 신체 내 세포의 산화 및 노화를 지연시켜 항산화, 항암 등에 효과를 보이는 것으로 알려져 있다(Paiva & Russell 1999).

젤리는 당류 또는 당알콜류 및 겔화제 등을 원료로 하여 이에 다른 식재료 또는 식품첨가물을 가하여 농축·성형한 것을 말한다. 젤리는 제조 시 사용되는 겔화제의 종류에 따라 펙틴젤리, 한천젤

리, 젤라틴젤리, 전분젤리 등으로 구분되며(Kim et al. 2006), 우리나라에서도 선호하는 디저트 식품으로 지속적인 소비의 증가 추세에 있다. 젤리는 식감이 좋아 누구나 먹기 좋은 식품으로 주목받으며 다양한 기능성 식재료를 첨가한 제품이 개발되고 있다. 또한 첨가되는 식품 재료에 따라 독특한 향기와 조직감, 시각적 효과를 줄 수 있고, 영양적인 조절이 용이하며, 고령자나 환자 등 단단한 식품을 섭취하기 힘든 사람도 씹기 쉬운 물성을 가지고 있다(Oh et al. 2013; Kim et al. 2020). 지금까지 우리나라에 보고된 땅콩호박에 관한 연구로는 땅콩호박씨 추출물의 항염증 효능(Kim & Lee 2021), 건조방법을 달리한 땅콩호박의 영양 성분 분석 및 생리활성(Sim et al. 2020), 땅콩호박 분말 첨가 쿠키의 품질특성 및 항산화(Shin et al. 2020), 단호박, 늙은호박 및 땅콩호박의 영양 성분 및 항산화 효과 비교(Lee 2022) 정도의 연구가 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 기능성 식품 식재료를 첨가하여 젤라틴 젤리를 개발하고자 하는 목적으로 젤라틴에 땅콩호박 분말 첨가량을 달리한 젤리를 제조하여 수분 함량, 색도, 조직감 등의 품질특성과 항산화 효과에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 재료

본 연구에 사용한 땅콩호박은 온라인 판매처를 이용하여 다우리농장(Namhae, Korea)에서 구입하였다. 먼저 호박을 깨끗하게 수세한 후 절단하여 속의 씨앗을 깨끗하게 제거하여 껍질을 벗긴 후 약 1 cm 정도로 최대한 얇게 썰어 물기를 제거하여 급속냉동 시켰다. 땅콩호박은 -70℃에서 급속냉동 후 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 이용하여 72시간 동결건조한 다음 분쇄기

(HR2904, Philips Co. Amsterdam, Netherland)를 이용하여 마쇄하여 분말로 제조하여 -70℃에서 냉동보관하여 시료로 사용하였다. 그 외 설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 올리고당(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 젤라틴(Geltech, Busan, Korea)은 시중품을 구매하였고, 물은 증류수를 사용하였다.

2. 땅콩호박 젤리의 제조

땅콩호박 분말 첨가 젤리의 재료 배합비는 Table 1과 같으며, 제조공정은 Fig. 1과 같다. 먼저 젤라틴(40 g)을 증류수(100 g)에 용해시켜 60℃에서 중탕 가열 후, 여기에 추가 증류수와 올리고당, 설탕, 땅콩호박 분말을 용해시킨 다음 혼합을 위하여 70℃에서 잘 저어주었다. 젤리 제조를 위하여 땅콩호박 분말의 첨가는 증류수 함량 대비 0.0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0%의 비율로 각각 첨가하였다. 사전 예비실험 결과를 통하여 비율 및 방법을 결정하여 이를 토대로 땅콩호박 분말 첨가군에 동일하게 적용하였다.

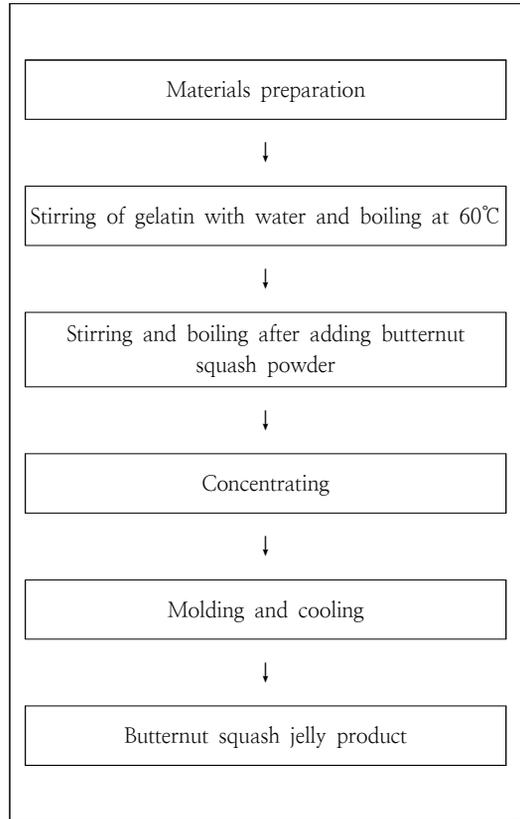


Fig. 1. Processing of jelly prepared with different amounts of butternut squash powder.

Table 1. Formulation for the preparation of jelly with butternut squash powder

Sample	Ingredient(g) Butternut squash powder	Distilled water	Sugar	Oligosaccharide	Gelatin powder
BSP-0 ¹⁾	0	400	50	30	40
BSP-1	6	394	50	30	40
BSP-2	12	388	50	30	40
BSP-3	18	382	50	30	40
BSP-4	24	372	50	30	40

¹⁾BSP-0: Jelly products supplemented with 0.0% butternut squash powder(w/w).
 BSP-1: Jelly products supplemented with 1.5% butternut squash powder(w/w).
 BSP-2: Jelly products supplemented with 3.0% butternut squash powder(w/w).
 BSP-3: Jelly products supplemented with 4.5% butternut squash powder(w/w).
 BSP-4: Jelly products supplemented with 6.0% butternut squash powder(w/w).

3. 땅콩호박 분말을 첨가한 젤리의 에탄올 추출 시료액 조제

땅콩호박 분말 첨가 젤리는 100 g당 80% 에탄올을 1,500 mL을 첨가한 다음 환류 냉각기가 부착되어 있는 65°C의 Heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)를 활용하여 3시간씩 3번 추출한 후에 Whatman No. 2 qualitative filter paper(WF2-1500, Whatman, London, UK)로 여과하였다. 이어서 이 여액을 40°C 증탕 조건에서 농축기(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 사용하여 용매를 제거하였으며, 감압·농축 후 시료의 산화 방지를 막고자 -70°C에 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

4. 젤리의 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량 측정

땅콩호박 분말 첨가 젤리 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량 측정은 Folin-Denis법(Folin & Denis 1912)에 준하였다. 시험관에 땅콩호박 분말 에탄올 추출물 0.2 mL와 Folin reagent 0.2 mL을 넣어 잘 혼합하여 3분간 실온 조건에서 반응시킨 후, 10% Na₂CO₃ 용액 0.4 mL을 첨가 및 혼합하여 40분간 암소에 넣어 반응시켰다. 그 후 흡광도는 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용해서 파장 760 nm 조건으로 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 표준물질로 삼아서 작성하였고, 땅콩호박 젤리의 총 polyphenol 함량은 mL 당 µg gallic acid equivalent(GAE)로 표기하였다.

땅콩호박 분말 첨가 젤리 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량 측정은 Davis법을 응용(Chae et al. 2002)하였다. 땅콩호박 분말 첨가 젤리 에탄올 추출물 0.5 mL에 diethylene glycol 0.5 mL을 잘 혼합 후 1N NaOH 수용액 10 µL를 추가하

여 첨가하고 37°C water bath에서 1시간 반응시킨 다음 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 420 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 quercertin을 이용한 검량 곡선을 통해 시료 중 총 flavonoid 함량을 mL 당 µg quercertin equivalent(QE)로 나타냈다.

5. 젤리의 DPPH 및 ABTS radical 소거능 측정

땅콩호박 분말 젤리 에탄올 추출물의 DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical 소거능은 Blois(1958) 방법에 따라서 측정하였다. 땅콩호박 분말 에탄올 추출물 0.1 mL와 0.2 mM DPPH 0.9 mL를 혼합하여 37°C 온도 조건에서 30분간 반응시켰다. 대조군은 시료를 대신해 에탄올을 첨가 후에 반응시켰으며, 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 활용하여 595 nm 파장에서 측정하였다. DPPH radical 소거능은 다음과 같이 계산하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

ABTS(2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical 소거능은 Re et al.(1999)의 방법을 이용하여 측정하였다. 7 mM ABTS 용액과 2.4 mM potassium persulfate 용액을 혼합 후에 ABTS radical 양이온(ABTS+)의 생성을 위하여 24시간 동안 암소에서 반응시켰다. 그 후 ABTS+ 용액을 0.7~1.0 ± 0.02 정도의 흡광도가 나타날 때까지 734 nm에서 에탄올로 희석하였다. 땅콩호박 분말 첨가 젤리의 에탄올

추출물 0.1 mL와 ABTS+ 용액 0.9 mL를 잘 혼합하여 37°C에서 30분 동안 반응시켰다. 대조군은 시료 대신 에탄올을 넣고 반응시켰으며, 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용해 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical 소거능은 아래와 같은 식을 통하여 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

6. 젤리의 수분 함량, pH 및 당도 측정

땅콩호박 분말 첨가 젤리는 AOAC법(1990)에 따라 수분 함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였다. pH는 pH 미터(meter)(InoLab pH 720, WTW, Weilheim, Germany)로, 당도는 굴절당도계(Rx-5000, Atago Co., Tokyo, Japan)로 각각 분석하였다.

7. 젤리의 색도 측정

땅콩호박 분말을 첨가한 젤리의 색도 측정은 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다. 색도는 명도(L값, lightness), 적색도(a값, +redness/-greenness), 황색도(b값, +yellowness/-bluenss)를 측정하였다.

8. 젤리의 조직특성 측정

땅콩호박 분말 첨가 젤리의 시료를 가로×세로×높이를 각각 1.5×1.5×3 cm가 되도록 절단한 후 조직감 특성을 측정하기 위해 Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 mastication 평가 및 전단력,

절단 실험을 진행하였고, 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness) 및 파쇄성(fracturability)을 측정하여 R.D.S(Rheology Data System) v2.01 프로그램을 이용하여 분석하였다. 실험 조건으로 Table speed는 110 mm/min, graph interval은 20 mm/sec, load cell(max)는 10 kg으로 실시하였고, 각 3회씩 반복 측정한 평균으로 결과값을 나타내었다.

9. 통계처리

본 실험을 통해 획득된 모든 기계적, 이화학적 테스트의 측정 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)을 사용한 통계처리로 분석하였다. 실험군마다 평균 ± 표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 다음 Duncan의 다중검정 방법을 이용하여 p<0.05 수준에서 이루어졌다.

III. 결과 및 고찰

1. 젤리의 수분 함량, pH 및 당도 측정

땅콩호박 분말 첨가량을 달리하여 제조한 젤리의 수분 함량, pH 및 당도를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 젤리의 수분 함량은 대조군이 77.28 ± 0.68% 가장 높았으며, 땅콩호박 분말 1.5% 첨가 젤리는 76.53 ± 0.38%, 3.0% 첨가 젤리는 75.06 ± 0.10%, 4.5% 첨가 젤리는 74.27 ± 0.64%, 6.0% 첨가 젤리는 71.61 ± 0.34%로 땅콩호박 분말 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 감소되었다. 젤리 제조 시 수분 대비 땅콩호박 분말 첨가량을 증가시킬수록 상대적으로 수분 함량은 저하된 것으로 보이는데, 이는 땅콩호박 분말과 같은 부재료 첨가량이 증가와 함께 땅콩호박 분말의

Table 2. Moisture content, pH, and °Brix values of jelly prepared with different amounts of butternut squash powder

Sample	Water content(%)	pH	° Brix
BSP-0 ¹⁾	77.28 ± 0.68 ^{2)a3)}	6.16 ± 0.02 ^{2)a3)}	4.30 ± 0.10 ^{2)c3)}
BSP-1	76.53 ± 0.38 ^a	6.12 ± 0.01 ^b	4.37 ± 0.06 ^c
BSP-2	75.06 ± 0.10 ^b	6.10 ± 0.01 ^{bc}	4.60 ± 0.10 ^b
BSP-3	74.27 ± 0.64 ^b	6.08 ± 0.02 ^c	4.67 ± 0.15 ^b
BSP-4	71.61 ± 0.34 ^c	6.04 ± 0.01 ^d	4.97 ± 0.06 ^a

¹⁾All abbreviations are the same as Table 1.

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test.

식이섬유소 함량과도 관계가 있는 것으로 보인다. 식이섬유소가 증가할수록 식이섬유소와 수분 결합량이 증가함에 따라 수분 함량은 감소한다고 나타난 유사한 연구로는 단호박 분말 첨가 젤리(Lee & Lee 2013), 블랙커런트 분말 첨가 젤리(Lee 2018), 차전자피 분말을 첨가한 석류젤리(Kim 2019) 연구가 보고되었다.

땅콩호박 분말을 첨가하지 않는 대조군의 pH는 6.16 ± 0.02 로 가장 높았으며, 땅콩호박 분말 1.5% 첨가 젤리는 6.12 ± 0.01 , 3.0% 첨가 젤리는 6.10 ± 0.01 , 4.5% 첨가 젤리는 6.08 ± 0.02 , 6.0% 첨가 젤리는 6.04 ± 0.01 로 땅콩호박 분말 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며, 특히 6.0% 첨가 젤리는 가장 낮아 모든 군과 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 이 같은 결과는 석류와 천년초 분말 첨가 젤리(Cho & Choi 2009), 강황과 비트를 첨가한 젤리(Cho & Choi 2010), 복숭아 분말 첨가 젤리(Lee 2016), 멥쟁이나무 열매 분말 첨가 젤리(Lee & Chung 2020)의 pH 함량 측정 결과와 유사한 경향이었다. 본 연구에 사용된 땅콩호박 분말 자체는 유기산인 구연산과 말산이 풍부하며(Lee 2022), 분말의 pH는 5.95로 산성을 나타나 젤리에 첨가된 땅콩호박 분말의 함량이 증가할수록 pH는 낮아진 것으로 사료된다.

땅콩호박 분말 첨가 젤리의 °Brix는 $4.37 \pm 0.06 \sim 4.97 \pm 0.06$ 범위이며, 땅콩호박 분말을 첨가하지 않는 대조군의 °Brix는 4.30 ± 0.10 로 가장 낮았으며, 땅콩호박 분말 첨가량이 증가할수록 대체적으로 °Brix가 유의하게 높아지는 경향을 보였으며, 6.0% 첨가 젤리는 모든 군과 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 본 연구에 사용된 땅콩호박 분말의 원물 °Brix는 4.70이었고, 분말의 °Brix는 5.33로 나타나 땅콩호박 분말 첨가가 증가할수록 젤리의 °Brix가 높아진 것으로 보여진다. 이러한 결과는 °Brix가 높은 분말의 첨가로 제조물인 젤리의 °Brix가 높아진 것으로 나타난 자색고구마 분말 첨가 젤리(Park & Park 2012), 야생당근을 이용한 젤리(Kang 2017)의 결과와 유사하였다.

2. 젤리의 에탄올 추출물의 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량

땅콩호박 분말 첨가 젤리의 에탄올 추출물의 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 땅콩호박 젤리의 총 polyphenol 함량은 대조군은 143.06 ± 0.91 mg GAE/g이었고, 땅콩호박 분말 1.5, 3.0, 4.5, 6.0% 첨가군은 각각 144.87 ± 3.66 , 148.59 ± 2.84 , 153.59 ± 1.17 , 160.76 ± 1.00 mg GAE/g

Table 3. Total polyphenol and flavonoid content of jelly prepared with different amounts of butternut squash powder

Sample	Total polyphenol (mg GAE ²⁾ /g)	Total flavonoid (mg QE ³⁾ /g)
BSP-0 ¹⁾	143.06 ± 0.91 ^{4) d5)}	11.15 ± 1.15 ^{4) d5)}
BSP-1	144.87 ± 3.66 ^{cd}	15.42 ± 0.82 ^c
BSP-2	148.59 ± 2.84 ^{bc}	16.63 ± 0.21 ^c
BSP-3	153.59 ± 1.17 ^b	23.86 ± 0.32 ^b
BSP-4	160.76 ± 1.00 ^a	31.43 ± 0.24 ^a

¹⁾All abbreviations are the same as Table 1.

²⁾GAE: Gallic acid equivalent.

³⁾QE: Quercetin equivalent.

⁴⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

⁵⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different (p<0.05) among groups by Duncan's multiple range test.

으로 땅콩호박 분말의 첨가량이 증가할수록 총 polyphenol 함량은 증가함을 보였으며, 6.0% 첨가 젤리는 모든 군과 유의한 차이를 보였다(p<0.05). 본 연구에 사용한 땅콩호박 분말 자체의 에탄올 추출물의 경우도 총 polyphenol 함량이 147.16 ± 0.16mg GAE/g으로 함량이 높은 것으로 나타났다(Lee 2022). 또한 polyphenol 화합물이 높은 것으로 알려진 부재료를 첨가하여 제조한 젤리인 와송 젤리(Lee & Jin 2021), 산수유 푸레 젤리(Jeong et al. 2017)도 부재료의 첨가량이 증가할수록 총 polyphenol 함량이 증가하였다는 연구 결과와 비슷한 경향을 보였다.

땅콩호박 분말 첨가 젤리의 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 대조군이 11.15 ± 1.15 mg QE/g이었고, 1.5% 첨가군은 15.42 ± 0.82 mg QE/g, 3.0% 첨가군은 16.63 ± 0.21 mg QE/g, 4.5% 첨가군은 23.86 ± 0.32 mg QE/g, 6.0% 첨가군은 31.43 ± 0.24 mg QE/g으로 땅콩호박 분말의 첨가량이 증가할수록 총 flavonoid 함량은 증가하였으며, 4.5%와 6.0% 첨가하여 제조한 젤리군은 다른 군과 유의한 차이를 보였다(p<0.05). Flavonoid 성분은 담황색이나 노란색을

띠는 polyphenol성 생리활성물질로, 항산화 작용 효과가 높은 것으로 보고되고 있는데(Cha & Cho 2001; Ebeboni et al. 2019), 노란색을 가지고 있는 땅콩호박 분말 첨가량이 많아질수록 flavonoid 함량이 높아지므로 천연 항산화제 소재로도 좋은 역할을 할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 젤리의 에탄올 추출물의 DPPH radical 및 ABTS radical 소거능

땅콩호박 분말 첨가 젤리의 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 측정 결과는 Table 4와 같다. DPPH radical 소거능 측정 결과, 대조군은 2.93 ± 0.09%로 나타났다, 땅콩호박 분말을 1.5, 3.0, 4.5, 6.0% 첨가 군들에서는 각각 3.21 ± 0.08, 5.63 ± 0.10, 8.63 ± 0.48, 12.43 ± 0.39%로 나타나 땅콩호박 분말 첨가량이 많을수록 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 땅콩호박 젤리의 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능은 대조군이 9.98 ± 0.59%로 가장 낮은 값을 나타내었고, 땅콩호박 분말 6.0% 첨가군의 경우에는 31.44 ± 0.61%로 가장 높은 값을 보였으며,

Table 4. DPPH and ABTS radical scavenging activity in jelly prepared with different amounts of butternut squash powder

Sample	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
BSP-0 ¹⁾	2.93 ± 0.09 ^{2)d3)}	9.98 ± 0.59 ^{2)d3)}
BSP-1	3.21 ± 0.08 ^d	18.24 ± 0.42 ^c
BSP-2	5.63 ± 0.10 ^c	23.54 ± 0.69 ^b
BSP-3	8.63 ± 0.48 ^b	30.99 ± 0.57 ^a
BSP-4	12.43 ± 0.39 ^a	31.44 ± 0.61 ^a

¹⁾All abbreviations are the same as Table 1.

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test.

4.5%와 6.0% 첨가 젤리군은 대조군, 1.5%와 3.0% 첨가 젤리군과는 유의한 차이를 보였으나($p < 0.05$), 4.5%와 6.0% 첨가 젤리군 간에는 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 단호박 분말을 첨가한 젤리(Kim et al. 2010), 자색 고구마 분말을 첨가한 젤리(Choi & Lee 2013), 땅콩호박 분말을 첨가한 쿠키(Shin et al. 2020)와 비슷하게 분말 첨가량을 증가함에 따라 항산화능이 증가하였다는 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이는 항산화 효과를 가지고 있는 생리활성물질의 첨가량이 증가할수록 젤리의 항산화 작용이 높아지는 것으로 보여지며, 이들 기능성 물질을 함유한 부재료를 첨가한 젤리는 아무것도 함유하지 않은 젤리보다는 높

은 항산화 효과를 기대할 수 있을 것으로 보여진다.

4. 젤리의 색도

Lee & Kim(2019)에 의하면 소비자가 제품을 선택할 때 젤리의 표면색이 매우 중요한 요소로 알려져 있다. 땅콩호박 분말 첨가량을 달리하여 제조한 젤리의 색도는 Fig. 2 및 Table 5와 같다. Fig. 2는 땅콩호박 분말을 첨가하여 제조한 젤리의 외형에 나타난 색도이고, Table 5는 땅콩호박 분말을 첨가하여 제조한 젤리의 색도를 측정된 결과값이다. L값(Lightness, 명도)은 대조군이 36.63 ± 0.209 로 가장 높게 측정되었고, 첨가량이 1.5, 3.0, 4.5, 6.0%로 증가할수록 35.37 ± 0.27 ,

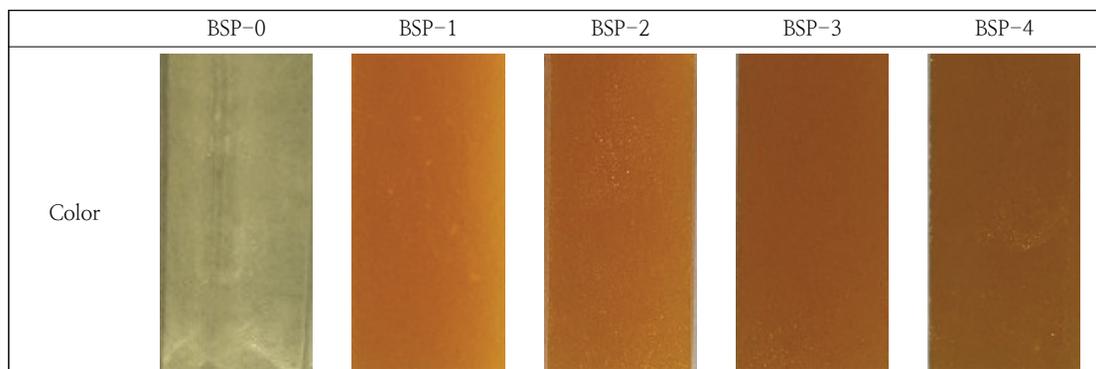


Fig 2. Color of jelly prepared with different amounts of butternut squash powder.

Table 5. Color values of jelly prepared with different amounts of butternut squash powder

Sample	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
BSP-0 ¹⁾	36.63 ± 0.20 ^{2)a3)}	-0.57 ± 0.03 ^{2)c3)}	5.76 ± 0.14 ^{2)c3)}
BSP-1	35.37 ± 0.27 ^b	1.87 ± 0.10 ^d	26.75 ± 0.23 ^d
BSP-2	25.14 ± 0.05 ^d	3.29 ± 0.04 ^c	32.41 ± 0.33 ^c
BSP-3	29.51 ± 0.35 ^c	6.61 ± 0.08 ^b	33.55 ± 0.27 ^b
BSP-4	22.00 ± 0.89 ^a	7.80 ± 0.06 ^a	41.48 ± 0.39 ^a

¹⁾All abbreviations are the same as Table 1.

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the same column significantly different (p<0.05) among groups by Duncan's multiple range test.

29.51 ± 0.35, 25.14 ± 0.05, 22.00 ± 0.8으로 실험군 간에 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(p<0.05). a값(Redness, 적색도)의 경우는 대조군이 음의 값인 -0.57 ± 0.03으로 가장 낮았으며, 땅콩호박 분말을 첨가할수록 a값은 1.87 ± 0.10~7.80 ± 0.06으로 유의적으로 증가하였다(p<0.05). b값(Yellowness, 황색도)은 적색도 a값(Redness)과 마찬가지로 대조군이 5.76 ± 0.14로 가장 낮았으며, 땅콩호박 분말 첨가량이 1.5, 3.0, 4.5, 6.0%로 증가됨에 따라 26.75 ± 0.23, 32.41 ± 0.33, 33.55 ± 0.27, 41.48 ± 0.39로 나타나 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 결과를 보면 땅콩호박 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였으나, a값과 b값 모두 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 땅콩호박 분말 자체의 색도를 측정한 선행 연구자료(Lee 2022)에 의하면 L값은 52.60 ± 0.29, a값은 10.68 ± 0.05, b값은 39.47 ± 0.05로 나타나 땅콩호박 분말에 의한 영향으로 사료된다. 즉 땅콩호박 분말이 가지고 있는 자체의 색도가 젤리의 색도에 영향을 받는 것으로 보여진다. Carotenoid 함량이 높은 것으로 알려진 단호박 분말(Lee & Lee 2013), 복숭아 분말(Lee 2016), 토마토 과즙(Hwang & Moon 2021)을

첨가하여 제조한 젤리와 땅콩호박 분말을 첨가하여 제조한 쿠키(Shin et al. 2020)의 경우도 이들 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고, a값과 b값은 증가하는 경향을 보여 본 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

5. 젤리의 조직특성

땅콩호박 분말 첨가량을 달리한 젤리의 조직감을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 경도 측정 결과 대조군이 968.50 ± 41.86 kg/cm²로 가장 낮았고, 땅콩호박 분말 1.5, 3.0, 4.5, 6.0% 첨가 젤리는 각각 1,112.75 ± 80.33 kg/cm², 1,339.88 ± 55.66 kg/cm², 1,430.29 ± 87.17 kg/cm², 1,443.18 ± 74.886 kg/cm²로 증가하는 경향을 보였다. 이는 땅콩호박 분말을 첨가할수록 고형분 함량은 상대적으로 높아지지만, 반대로 수분 함량이 감소하여 더 단단해지는 것으로 사료된다. 단호박 분말을 첨가한 젤리(Lee & Lee 2013)와 산사 분말 첨가 곤약젤리(Wu et al. 2021)의 경도 측정 연구 결과와도 유사한 경향을 보였다. 탄력성 측정 결과는 대조군은 90.07 ± 5.31%로 가장 낮았고, 다음으로 땅콩호박 분말 1.5% 첨가 젤리는 66.88 ± 4.82%, 3.0% 첨가 젤리는 51.59 ± 3.41%, 4.5% 첨가 젤리는 55.75 ± 2.82%, 6.0%

Table 6. Mechanical texture of jelly prepared with different amounts of butternut squash powder

Sample	Hardness (kg/cm ²)	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Chewiness (g)	Fracturability (kg)
BSP-0 ¹⁾	968.50 ± 41.86 ^{2c3)}	90.07 ± 5.31 ^{2a3)}	24.41 ± 2.84 ^{2d3)}	25,139.11 ± 1,571.74 ^{2a3)}	283.93 ± 18.23 ^{2a3)}
BSP-1	1,112.75 ± 80.33 ^b	66.88 ± 4.82 ^b	31.83 ± 1.68 ^c	20,825.80 ± 2,860.65 ^b	297.89 ± 9.80 ^a
BSP-2	1,339.88 ± 55.68 ^a	55.75 ± 2.82 ^c	36.61 ± 1.76 ^b	14,411.81 ± 1,649.50 ^c	236.54 ± 8.65 ^b
BSP-3	1,430.29 ± 87.17 ^a	51.59 ± 3.41 ^{cd}	43.35 ± 3.77 ^a	13,629.46 ± 2,810.95 ^{cd}	213.60 ± 14.69 ^c
BSP-4	1,443.18 ± 74.88 ^a	44.99 ± 4.41 ^d	47.15 ± 2.45 ^a	10,525.26 ± 1,271.67 ^d	198.94 ± 7.24 ^c

¹⁾All abbreviations are the same as Table 1.

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾Values with different superscripts in the same column are significantly different ($p < 0.05$) among groups by Duncan's multiple range test.

첨가 젤리는 $44.99 \pm 4.41\%$ 로 가장 낮아 땅콩호박 분말의 농도가 높아질수록 탄력성이 유의하게 낮아졌다($p < 0.05$). 응집성 측정 결과 땅콩호박 분말 6.0% 첨가 젤리는 $47.15 \pm 2.45\%$ 로 가장 높았고, 다음으로 땅콩호박 분말 4.5% 첨가 젤리는 $43.35 \pm 3.77\%$, 땅콩호박 분말 3.0% 첨가 젤리는 $36.61 \pm 1.76\%$, 땅콩호박 분말 1.5% 첨가 젤리는 $31.83 \pm 1.68\%$, 대조군은 $24.41 \pm 2.84\%$ 로 가장 낮아 땅콩호박 분말의 함량이 증가할수록 응집성은 유의하게 높아졌다($p < 0.05$). 씹힘성 측정 결과 대조군은 $25,139.11 \pm 1,571.74$ g로 가장 높았고, 그 다음으로 땅콩호박 분말 1.5% 첨가 젤리는 $20,825.80 \pm 2,860.65$ g, 땅콩호박 분말 3.0% 첨가 젤리는 $14,411.81 \pm 1,649.50$ g, 땅콩호박 분말 4.5% 첨가 젤리는 $13,629.46 \pm 2,810.95$ g로 나타났으며, 땅콩호박 분말 6.0% 첨가 젤리는 $10,525.26 \pm 1,271.67$ g로 낮게 측정되었다. 파쇄성 측정 결과 땅콩호박 분말 1.5% 첨가 젤리는 297.89 ± 9.80 kg로 대조군과 유사하게 가장 높았고, 땅콩호박 분말 3.0% 첨가 젤리는 236.54 ± 8.65 kg, 땅콩호박 분말 4.5% 첨가 젤리는 213.60 ± 14.69 kg, 땅콩호박 분말 6.0% 첨가 젤리는 198.94 ± 7.24 kg로 낮게 측정되었다.

이상의 측정 결과 땅콩호박 분말 첨가량이 증가

함에 따라 젤리의 경도와 응집성은 증가하고, 탄력성, 씹힘성 및 파쇄성은 낮아졌다. 본 연구와 비슷하게 분말을 첨가한 젤리 중 봉잎 분말을 첨가한 젤리(Kim et al. 2006)의 조직특성 결과는 경도에 대한 결과는 유사하였으나, 씹힘성에 대한 결과는 다른 양상을 보였으며, 반면, 누에 분말을 첨가한 젤리의 연구 결과(Kim et al. 2006)와는 씹힘성에 대한 결과는 유사하나, 경도에 대한 결과는 다른 양상을 보였다. 이는 젤리 제조 시 첨가되는 각 부재료의 수분 함량 및 유기산의 함량에 따라 조직감이 서로 다른 결과를 보이는 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 기능성 물질이 다량 함유된 땅콩호박 분말을 첨가하여 젤리를 제조하고, 제조된 땅콩호박 젤리의 품질특성 및 항산화효과를 알아보았다. 즉 증류수 대비 땅콩호박 분말을 0.0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0%의 첨가량을 달리하여 제조한 땅콩호박 젤리는 에탄올 추출하여 항산화 효과를 측정하였고, 땅콩호박 젤리 자체로는 수분 함량, pH, 당도, 색도 측정 및 조직감 특성과 같은 품질특성을 측정하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 땅콩호박 분말을 첨가한 젤리의 총 polyphenol

함량은 대조군의 경우 143.06 ± 0.91 mg GAE/g 이고, 망콩호박 분말 6.0%를 첨가한 젤리의 경우 160.76 ± 1.00 mg GAE/g로 나타났으며, 총 flavonoid 함량은 대조군의 경우 11.15 ± 1.15 mg QE/g이고, 망콩호박 분말 6.0%를 첨가한 젤리의 경우 31.43 ± 0.24 mg QE/g로 나타나 첨가량이 증가함에 따라 총 polyphenol와 총 flavonoid 함량은 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). DPPH radical 소거능의 경우 대조군은 $2.93 \pm 0.09\%$, 망콩호박 분말 6.0% 첨가군은 $12.43 \pm 0.39\%$ 로 망콩호박 분말을 첨가할수록 DPPH radical 소거능이 증가되는 경향을 보였다. ABTS radical 소거능의 경우도 대조군은 $9.98 \pm 0.59\%$, 망콩호박 분말 6.0% 첨가군은 $31.44 \pm 0.61\%$ 로 망콩호박 분말의 비율이 높아 질수록 ABTS radical 소거능이 증가하였다. 망콩호박 분말을 첨가한 젤리의 품질특성을 살펴보면 대조군의 수분 함량은 $77.28 \pm 0.68\%$, pH는 6.16 ± 0.02 , °Brix는 4.30 ± 0.10 로 나타났다. 망콩호박 분말 첨가량이 증가할수록 수분 함량과 pH는 감소하는 경향을 나타냈으며, 반면 °Brix는 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 망콩호박 분말을 첨가한 젤리의 색도 측정 결과는 첨가량이 증가할수록 전반적으로 L값은 저하되는 경향이 보였으며, a값과 b값은 높아지는 경향이 보였다. 망콩호박 분말을 첨가한 젤리의 조직감 측정 결과에서는 경도와 응집성은 망콩호박 분말 첨가량이 증가할수록 증가하였으나, 탄력성, 씹힘성 및 파쇄성은 감소하는 경향을 나타냈다. 이상의 결과들을 종합하여 볼 때, 망콩호박 분말을 첨가한 젤리의 제조 과정에서 생리활성 성분이 안정적으로 유지되어 항산화 활성을 나타내었으며, 망콩호박의 이용 확대를 위한 소비자의 기호를 만족시킬 수 있는 기능성 젤리의 제

조에는 망콩호박 분말을 6.0%까지 첨가하여도 될 것으로 보여진다.

References

- AOAC(1990) Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA, p.788
- Blois MS(1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181, 1199-1200
- Cha JY, Cho YS(2001) Biofunctional activities of citrus flavonoids. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 44(2), 122-128
- Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH(2002) Standard food analysis. Paju: Jigu-Moonwhasa, pp.381-382
- Choi EJ, Lee JH(2013) Quality and antioxidant properties of jelly incorporated with purple sweet potato concentrate. Korean J Food Sci Technol 45(1), 47-52. doi:10.9721/KJFST.2013.45.1.47
- Choi H, Eo H, Park K, Jin M, Park EJ, Kim SH, Park JE, Kim S(2007) A water-soluble extract from *Cucurbita moschata* shows anti-obesity effects by controlling lipid metabolism in a high fat diet-induced obesity mouse model. Biochem Biophys Res Commun 359(3), 419-425. doi:10.1016/j.bbrc.2007.05.107
- Cho Y, Choi MY(2009) Quality characteristics of jelly containing added pomegranate powder and *Opuntia humifusa* powder. Korean J Food Cookery Sci 25(2), 134-142
- Cho Y, Choi MY(2010) Quality characteristics of jelly containing added turmeric(*Curcuma longa* L.) and beet(*Beta vulgaris* L.). Korean J Food Cookery Sci 26(4), 481-489
- Ebegboni VJ, Dickenson JM, Sivasubramaniam SD(2019) Antioxidative effects of flavonoids and their metabolites against hypoxia/reoxygenation-induced oxidative stress in a human first trimester trophoblast cell line. Food Chem 272, 117-125. doi:10.1016/j.foodchem.2018.08.036
- Folin O, Denis W(1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compound as color reagents. J Bio Chem 12(2), 239-243. doi:10.1016/S0021-

- 9258(18)88697-5
- Hwang ES, Moon SJ(2021) Quality characteristics and antioxidant activity of stick jelly made with different amount of tomato juice. J Korean Soc Food Sci Nutr 50(5), 476-482. doi:10.3746/jkfn.2021.50.5.476
- Iltle RA, Kabelka EA(2009) Correlation between L*a*b* color space values and carotenoid content in pumpkins and squash(*Cucurbita* spp.). Hort Sci 44(3), 633-637. doi:10.21273/HORTSCI.44.3.633
- Jeong JS, Park SJ, Son BG(2017) Quality characteristics of jelly using fresh puree of sansuyu(*Corni fructus*). J Korean Soc Food Sci Nutr 46(1), 83-91. doi:10.3746/jkfn.2017.46.1.083
- Jiang ZG, Du QZ(2011) Glucose-lowering activity of novel tetrasaccharide glyceroglycolipids from the fruits of *Cucurbita moschata*. Bioorg Med Chem Lett 21(3), 1001-1003. doi:10.1016/j.bmcl.2010.12.030.
- Kang HS(2017) Quality characteristics and biological activities of jelly prepared with black carrot (*Daucus carota* L.). Master's thesis, Kyonggi University
- Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park SH(2006) The physicochemical properties and sensory evaluation of jelly with silkworm powder. J East Asian Soc Diet Life 16(3), 308-314
- Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Woo KJ(2006) Study on preparation and quality of jelly using mulberry leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 22(1), 56-61
- Kim DH, Kwon SK, Han KD, Ji IB(2021) Analysis of consumers' characteristic factors affecting the intake of health functional food. KFMA 38(1), 23-42
- Kim HN(2019) Quality characteristics of pomegranate jelly prepared with *Psyllium Husk* powder. Master's thesis, Sejong University
- Kim HM, Lee IC(2021) Anti-inflammatory efficacy verification of *Cucurbita moschata* 'butternut' seed extracts. J Soc Sci 6(3), 35-48. doi:10.48033/jss.6.3.3
- Kim KH, Lee KH, Kim SH, Kim NY, Yook HS(2010) Quality characteristics of jelly prepared with flowering cherry(*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. *wils.*) fruit powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 39(1), 110-115. doi:10.3746/jkfn.2010.39.1.110
- Kim YM, Kim JM, Youn KS(2020) Quality and textural properties of jelly prepared with different gelling agents. Korean J Food Preserv 27(5), 566-573. doi:10.11002/kjfp.2020.27.5.566
- Lee DH, Chung HJ(2020) Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder. Korean J Food Preserv 27(5), 111-118. doi:10.11002/kjfp.2020.27.1.111
- Lee KR(2022) Comparison of nutrient components and antioxidant activity of kobacha squash, pumpkin and butternut squash. Master's thesis, Chosun University
- Lee JA(2016) Quality characteristics of jelly added with peach(*Prunus persica* L. Batsch) powder. Culi Sci Hos Res 22(3), 108-120. doi:10.20878/cshr.2016.22.3.010
- Lee JH, Lee MK(2013) Quality characteristics of jelly incorporated with sweet pumpkin powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(1), 139-142. doi:10.3746/jkfn.2013.42.1.139
- Lee JH, Kim SY(2019) Quality and antioxidant properties of jelly supplemented with apricot juice concentrate. Korean J Food Preserv 26(4), 425-430. doi:10.11002/kjfp.2019.26.4.425
- Lee JY, Jin SY(2021) Quality and antioxidant properties of jelly according to addition of *Orostachys japonicus*. Korean J Food Nutr 34(1), 15-25. doi:10.9799/ksfan.2021.34.1.015
- Lee WG(2018) Quality characteristic and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with black currant(*Ribes nigrum* L.) powder. Culin Sci Hos Res 24, 113-120
- Makni M, Fetoui H, Gargouri NK, Garoui E, Jaber H, Makni J, Boudawara T, Zeghal N(2008) Hypolipidemic and hepatoprotective effects of flax and pumpkin seed mixture rich in omega-3 and omega-6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. Food Chem Toxicol 46(12), 3714-3720. doi:10.1016/j.fct.2008.09.057
- Oh HJ, Back JW, Lee JY, Oh YJ, Lim SB(2013) Quality characteristics of jelly added with pressed kiwi(*Actinidia chinensis* var. 'Halla gold') juice. Korean J Culin Res 19(5), 110-120
- Olson SM, Simonne EH, Stall WM, Robers PD, Webb SE, Taylor TG, Smith SA(2006) Chapter 27. Cucurbit production in Florida. Vegetable

- Production Handbook for Florida. Florida, USA. pp191-237
- Park EJ, Park GS(2012) Quality characteristics of jelly prepared with purple sweet potato powder. *J Korean Soc Food Cult* 27(6), 730-736. doi: 10.7318/KJFC/2012.27.6.730
- Paiva SAR, Russell RM(1999) β -Carotene and other carotenoids as antioxidants. *J Am Coll Nutr* 18(5), 426-433. doi:10.1080/07315724.1999.10718880
- 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 Biol Med* 26(1-2), 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Sim WS, Kim HJ, Ku SB, Chae SH, Choi YW, Men X, Park SM, Lee OH(2020) Analysis of nutritional components and physiological activity of butternut squash(*Cucurbita moschata*) by drying methods. *Korean J Food Nutr* 33(1), 91-97. doi:10.9799/ksfan.2020.33.1.091
- Shin EH, Song AR, Ham JW(2020) Quality characteristics and antioxidant activity of cookies prepared using butternut squash (*Cucurbita moschata*) powder. *J Agric Life Environ Sci* 32(3), 388-399. doi:10.22698/jales.20200033
- Slaska-Grzywna B, Blicharz-Kania A, Sagan A, Nadulaki R, Hanusz Z, Andrejko D, Szmigielski M(2016) Changes in the texture of butternut squash following thermal treatment. *Ital J Food Sci* 28(1), 1269-1275. doi:10.14674/1120-1770/ijfs.v450
- 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(4), 318-327. doi:10.9724/kfcs.2021.37.4.318
- Zaccari F, Galietta G(2015) α -Carotene and β -carotene content in raw and cooked pulp of three mature stage winter squash "type butternut". *Foods* 4(3), 477-486. doi:10.3390/foods4030477
- Zhang B, Huang H, Xie J, Xu C, Chen M, Wang C, Yang A, Yin Q(2012) Cucurmosin induces apoptosis of BxPC-3 human pancreatic cancer cells via inactivation of the EGFR signaling pathway. *Oncol Rep* 27(3), 891-897. doi:10.3892/or.2011.1573