

## 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 품질 특성 및 항산화 효과

이재준 · 정 은\* · 박연진\*\*

조선대학교 식품영양학과 교수, \*조선대학교 식품영양학과 연구교수, \*\*전남도립대학교 호텔조리제빵과 조교수

### Quality Characteristics and Antioxidant Activity of *Yanggaeng* Added with Watermelon Radish Flesh Powder

Jae-Joon Lee, Eun Jeong\* and †Yeon-Jin Park\*\*

Professor, Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 61452, Korea

\*Research Professor, Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 61452, Korea

\*\*Assistant Professor, Dept. of Hotel Cuisine & Baking, Jeonnam State University, Damyang 57337, Korea

#### Abstract

This study investigated the quality characteristics and antioxidant activity of *Yanggaeng* prepared with various amounts of watermelon radish flesh (WRF) powder, in ratios of 0 (control), 2.5, 5, 7.5, and 10% of the cooked white bean paste. The proximate composition, pH, sugar content, Hunter's color values, texture analysis, and antioxidative activities of *Yanggaeng* were examined. Increasing the amount of WRF in the *Yanggaeng* tended to increase the crude ash, carbohydrate, sugar, total polyphenol, total flavonoids, and anthocyanin contents, a value, DPPH and ABTS radical scavenging activities, with decreasing the moisture and crude protein contents, L and b values, and pH. Texture measurement scores in terms of springiness, chewiness for *Yanggaeng* showed that 2.5% or 5.0% group was higher than those of the control group. Hardness was higher in the sample groups than in the control group. In conclusion, the results show that *Yanggaeng* with up to 7.0% added WRF powder can be developed as products, and there is a possibility of developing health functional snack products using WRF powder.

Key words: watermelon radish flesh powder, *Yanggaeng*, antioxidant activity, quality characteristics

#### 서 론

무(*Raphanus sativus* L.)는 1년생 또는 2년생 초본식물로 십자화과(*Cruciferae*)의 근채류로 원산지가 지중해 연안 부근이고 실크로드를 통해 중국으로부터 전해졌다고 한다. 무는 일반무(조선무), 열무, 총각무, 콜라비, 홍당무 등으로 분류되기도 하며, 수분이 93%로 가장 많이 함유되어 있고, 당질 3%, 단백질이 1% 정도이고 비타민 C를 비롯해 나트륨, 칼륨, 칼슘 등 비교적 무기질의 함량이 높다고 보고되었다(Choi MK 2003). 무에 함유된 다이아스타제(*diastase*)는 소화 촉진, 식중독 및 숙취 해소에 효능이 있고, 라핀(*rapine*)은 항균 작용에 효과가 있다고 한다(Song 등 2010). 무는 항산화 비타민, 플

라보노이드, 페놀, 방향족 아민 등을 함유하고 있어 항산화 기능을 보유하고 있다(Jeon 등 2003). 또한 글루코시놀레이트 계통의 암 예방 물질도 함유(Papi 등 2008)하고 있고, 이 외에도 무는 피부의 탄력성을 증가시키고 주름을 감소시키는 효과(Kim HK 2019), 항산화, 항암 및 항당뇨 효과가 있는 것으로 보고되었다(Manivannan 등 2019).

자색무(*red radish*)의 일종인 수박무(*watermelon radish*)는 중국이 원산지인 같은 하얀색이지만 수박과 같이 속은 빨간 무로 단맛이 강해 과일무라고도 부른다(Joo 등 2017). 그러나 국내의 수박무는 중국의 빨간 무와 국내 토종인 조선무와 교배로 만들어진 새로운 품종으로 2013년부터 국내에서 재배되기 시작하였다. 자색무는 일반적으로 육질 전체가 붉은색

† Corresponding author: Yeon-Jin Park, Assistant Professor, Dept. of Hotel Cuisine & Baking, Jeonnam State University, Damyang 57337, Korea. Tel: +82-61-380-8675, Fax: +82-61-380-8675, E-mail: yjpark@dorip.ac.kr

을 띠고, 안토시아닌을 다량 함유하고 있다(Tamura 등 2010). 수용성 색소인 안토시아닌은 빛, 산소, 열, 전이금속 등에 파괴되기 쉬우며, 가공 및 조리 과정 중 쉽게 변한다는 연구 결과가 있다(Tamura 등 2010; Joo 등 2017). 그러나 자색무에 함유된 안토시아닌은 다른 자색식품에 비해 빛, 산화물, 열 등에 안정적인 특성을 띠어, 천연색소로서 중요한 급원이 될 수 있다고 한다(Tamura 등 2010). 또한 페놀 화합물과 kaempferol 등의 항산화 물질을 다량 함유하고 있어 항산화 활성이 높다(Jing 등 2014; Joo 등 2017). 자색무에 관한 연구로는 안토시아닌을 분리한 연구(Tamura 등 2010), 잎과 뿌리의 항산화효과(Goyeneche 등 2015) 및 위벽을 보호하는 효과(Ahn 등 2013) 등이 있다. 수박무와 관련된 연구로는 수박무 피클의 제조(Kim MK 2014), 가공방법을 달리한 자색무인 보르도무와 수박무차의 품질특성 및 항산화 활성 연구(Joo 등 2017), 수박무의 가식부 및 껍질의 이화학적 성분과 항산화 활성 비교(Kim 등 2021)와 이를 식품에 적용한 연구로는 수박무 가식부 분말 첨가 돈육 떡갈비의 품질특성 및 항산화 활성(Kim YS 2021)에 관한 연구 등이 있다.

양갱은 우리나라 전통식품인 과편에 속하며 조직이 부드러워 전 세대의 간식거리로 이용되어 왔고(Kim 등 2014a), 특히 양갱은 저작 능력이 저하된 노인들을 비롯한 전 세대가 먹기 편한 식품으로, 한천, 팥앙금, 설탕 등으로 만들어진 다(Choi & Lee 2015). 현대 소비자들의 식품에 대한 선호도는 건강 기능성, 고급화 및 다양성을 추구하는 사회적 분위기에 편승해 기능성 식재료를 양갱에 첨가한 다양한 연구들이 이루어지고 있다(Jeong 등 2015). 기능성 식재료를 이용한 양갱 연구로는 쌀눈 양갱(Eom 등 2021), 인삼 페이스트 양갱(Lee 등 2017), 홍화씨 양갱(Kim 등 2002), 늙은 호박 양갱(Choi & Jeong 2004), 쪽 양갱(Choi & Lee 2013), 대봉홍시 양갱(Jeong 등 2020), 울금 양갱(Lee SH 2013), 파프리카 양갱(Park 등 2009), 상황버섯 균사체 양갱(Hong 등 2013), 황기 양갱(Min & Park 2008), 흑임자 양갱(Seo & Lee 2013), 돼지감자 양갱(Lee & Hwang 2021), 생강 양갱(Han & Kim 2011), 백년초 양갱(Lee JA 2017) 등 기능성 양갱 제조에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 같이 건강기능성 물질이 풍부한 부재료를 첨가하여 제조한 양갱에 관한 연구는 다양하게 진행되었으나, 새로운 식재료인 수박무를 활용한 양갱 제조에 관한 연구는 보고되지 않았다.

본 연구에서는 수박무를 활용한 식품 활용범위의 다양화를 꾀하기 위해 수박무 가식부 분말을 첨가한 양갱을 제조하여 품질특성 및 항산화 활성을 평가하였다. 즉 본 연구에서 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 기능성 및 기호성을 만족시킬 수 있는 식품으로 개발 가능성을 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서 사용된 수박무는 충북 영동군에 위치한 비봉산농원에서 2021년 1월 22일 구입하였다. 수박무는 가식부와 껍질을 분리한 후 가식부 만을 절단하여 사용하였다. Sanyo사에서 제작한 초저온 냉동고(MDF-U52V, Osaka, Japan)에서 수박무 가식부를 급속으로 냉동시킨 후, 동결건조기(MLU-9009, Mareuda Inc., Gwangju, Korea)에서 동결건조 하였다. 동결건조시킨 수박무 가식부는 분쇄한 후 체 쳐서 분말 상태로 제조하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 로 냉동 보관하면서 시료로 사용하였다. 그 외의 재료는 백앙금은 (주)대두식품(Daegu, Korea), 울리고당은 (주)오뚜기(Seoul, Korea), 꽃소금은 (주)사조해표(Seoul, Korea), 물은 (주)농심(Seoul, Korea), 설탕은 (주)삼양사(Seoul, Korea), 한천은 (주)하인한천(Jeonnam, Korea)에서 제조한 것을 인터넷 쇼핑몰에서 구입하여 사용하였다.

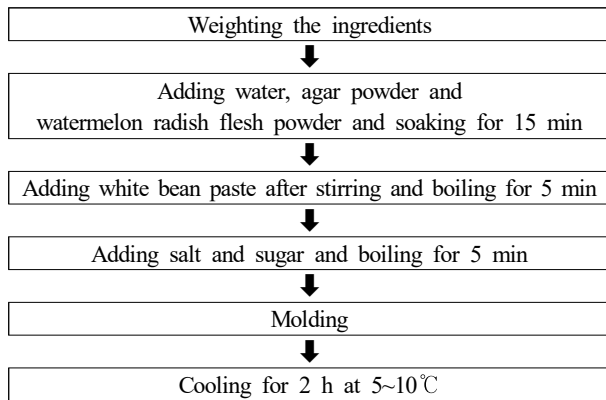
### 2. 수박무 가식부 분말을 첨가한 양갱의 제조방법

수박무 가식부 분말을 첨가한 양갱의 제조는 수박무 가식부 분말과 백앙금의 첨가 비율을 수차례 예비실험을 거쳐 설정하였다. 수박무 가식부 분말을 첨가하지 않은 것을 대조군으로 하였으며, 수박무 가식부 분말 첨가 비율은 예비 결과를 토대로 백앙금량 대비 2.5, 5, 7.5, 10%로 각각 첨가하였다(Table 1). 수박무 가식부 분말 첨가 양갱은 보편적으로 사용하는 양갱 제조 조리법을 참고(Choi SH 2015)하여 만들었다

**Table 1. Ingredients of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder**

	Watermelon radish flesh powder content (%)				
	Control <sup>1)</sup>	2.5	5.0	7.5	10.0
Cooked white bean paste	200	195	190	185	180
Watermelon radish flesh powder	0	5	10	15	20
Sugar	100	100	100	100	100
Agar	8	8	8	8	8
Salt	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Water	400	400	400	400	400

<sup>1)</sup> Control: *Yanggaeng* supplemented with 0% watermelon radish flesh powder, 2.5%: *Yanggaeng* supplemented with 2.5% watermelon radish flesh powder, 5.0%: *Yanggaeng* supplemented with 5.0% watermelon radish flesh powder, 7.5%: *Yanggaeng* supplemented with 7.5% watermelon radish flesh powder, 10.0%: *Yanggaeng* supplemented with 10.0% watermelon radish flesh powder.



**Fig. 1.** Preparation procedures of *Yanggaeng* added with watermelon radish flesh powder.

(Fig. 1). 수박무 가식부 분말을 먼저 물에 개어주었다. 수박무 가식부 분말과 한천 가루 혼합한 물을 각각의 조리법에 따라서 배합한 후 물에 불린 뒤, 중간 불로 끓인 후 백앙금을 첨가하여 물에 섞어 녹였다. 앙금물에 소금, 설탕을 첨가하여 한소끔 끓인 후 비율에 맞는 수박무 분말을 첨가한 후 성형틀에 부어서 식힌 후 양갱을 5~10°C로 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

### 3. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 일반성분 분석

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 일반성분 분석을 위해 수분, 조지방, 조단백질, 조회분, 탄수화물의 함량은 AOAC (1990) 방법으로 분석하였다. 수분 함량의 측정에는 상압건조방법으로 2시간 이상 105°C에서 건조한 후 정량하였고, 조지방 함량의 측정에는 Soxhlet법(Soxtex System HT 1043 Extraction Unit, Foss Tecator, Höganäs, Sweden)으로 추출하여 정량하였다. 조단백질 함량의 측정에는 micro-Kjeldahl법(Kjeltec™2400 AUT, Foss Tecator, Hilleroed, Denmark)으로 정량하였다. 조회분 함량의 측정에는 600°C상에서 Direct ashing method(F-4800, Barnstead, Boston, MA, USA)를 이용하여 정량하였으며, 탄수화물 함량은 수분, 조지방, 조단백질, 조회분의 함량을 제외한 값으로 산출하였다.

### 4. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 pH 및 당도 측정

수박무 가식부 분말 첨가 양갱 특성을 파악하기 위해 pH 및 당도를 측정하였다. pH 측정을 위해 50 mL 증류수에 5 g의 양갱을 첨가 후 Stomacher(HI 96801, Hanna Co., Cluj, Romania)를 통하여 30초 동안 균질화시킨 후 pH-meter (A211, Thermo scientific Inc., waltham, Massachusetts, USA)로 3회 반복 측정하였다. 양갱의 당도 측정은 굴절당도계 (Rx-5000, Atago Co., Tokyo, Japan)를 각 시료는 3회 반복 실험

을 통해 평균치를 구하였고 °Brix로 표기하였다.

### 5. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 색도 측정

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 색도 측정을 위해서 분광비색계(JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)로 5회 반복하여 측정하였다. 색도는 적색도(a값, +redness/ -greenness), 명도(L값, lightness), 황색도(b값, +yellowness/ -blueness)를 측정하였으며, 표준 백판은 a값 0.13, b값 -0.51, L값 89.39으로 보정한 후 사용하였다. 양갱은 아이폰(Iphone pro, Guangzhou, China) 카메라로 촬영하였다(Fig. 2).

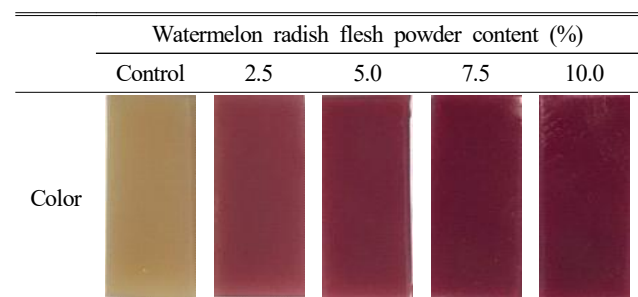
### 6. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 조직감 특성 분석

수박무 가식부 분말의 첨가량에 따른 양갱 조직감 측정은 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Co., Haslemere, UK)를 사용하여 조직감 특성 분석(texture profile analysis, TPA)을 실시하였다. 양갱은 일정한 크기(3×3×3 cm)로 측정하였다. 조직감 측정에 사용된 probe는 직경이 25 mm인 compression plate를 사용하였다. 사용된 분석조건은 pre-test speed 3 mm/sec, return speed 1 mm/sec, test distance 10 mm, test speed 0.5 mm/sec로 하였다. 시료를 압착하였을 때 나타난 커브를 토대로 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 경도(hardness)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 비교하였다.

### 7. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 항산화 활성 측정

#### 1) 시료액 조제

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 항산화능 측정을 위해서 시료의 0.5 g을 기준으로 80% 에탄올 1,500 mL를 첨가 후 환류 냉각관이 부착된 가열용 맨틀(Mtops ms-265, Seoul, Korea)상에서 65°C 설정 후 3시간 간격으로 총 3회 추출하여 Whatman No. 2 filter paper(Whatman, London, UK)를 통해 여과시켰다. 진공회전증발농축기(EYELA VACUUM NVC-1100,



**Fig. 2.** Appearance of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder.

Tokyo, Japan)를 사용하였다. 여액은 40°C 수욕 상에서 용매 제거한 후 감압·농축시킨 후 시료의 산화 방지를 위해 -70°C 냉동고(MDF-U52V, Sanyo Co., Osaka, Japan)에 보관하면서 사용하였다.

## 2) 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 폴리페놀 함량 측정

수박무 양갱의 에탄올 추출물에 총 폴리페놀의 함량 측정은 Folin & Denis(1912) 방법에 따라 측정하였다. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱을 에탄올로 추출한 시료 1 mL에 2%의 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 첨가하여 실온 상에서 방치 후 Folin-Ciocalteu reagent 200 µL를 첨가하고 혼합하여 30°C 암소에서 30분 반응시켰다. 반응된 액은 분광광도계(UV-1601PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 760 nm로 흡광도를 측정하였다. 표준물질의 측정은 gallic acid를 이용해 검량선을 농도별로 작성하였으며, 총 폴리페놀 함량은 시료액 1 mL 중의 µg gallic acid equivalent(GAE) 계산하였다.

## 3) 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 플라보노이드 함량 측정

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 플라보노이드 함량은 Davis법이 변형된(Chae 등 2002) 방법에 따라 측정하였다. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱 에탄올 추출물 1 mL 당 diethylene glycol 2 mL 첨가 후 1N NaOH는 20 µL 첨가하였다. 그 후 water bath 37°C에서 1시간 반응시킨 후 흡광도는 420 nm에서 측정하였다. 표준곡선은 quercetin을 이용하여 검량선을 작성하였으며, 총 플라보노이드 함량은 시료액 1 mL 중의 µg quercetin equivalent(QE) 계산하였다.

## 4) 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 안토시아닌 함량 측정

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 안토시아닌 함량(Jang 등 2006)은 다음과 같은 방법으로 측정하였다. 각 추출물은 0.5 mL씩 사용하여 0.025 M 염화칼륨 완충액(pH 1.0)과 0.4 M 아세트산 나트륨 완충액(pH 4.5)으로 첨가하고 최종 부피를 1 mL로 한 후 700 nm 및 510 nm에서 반응액별 흡광도를 각각 측정하였다. 총 안토시아닌의 함량은 C3G(cyanidin-3-glucoside)의 몰 흡광계수에 따라서 다음의 식과 같이 산출하였다.

$$\text{Total anthocyanin content(mg/mL)} =$$

$$\text{O.D.} \times \text{dilution factor} / 65.1 (\epsilon)$$

## 5) 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 항산화 활성 측정

수박무 가식부 분말 첨가 양갱 에탄올의 추출물 DPPH radical 소거능(Blois MS 1958)은 다음과 같이 측정하였다. 수박무 분말 첨가 양갱 에탄올 추출물은 시험관에 0.1 mL

DPPH 1 mL, 0.2 mM DPPH 1 mL를 넣어 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. 무첨가군은 시료를 대신하여 에탄올을 첨가하여 반응을 시켰고 ELISA microplate reader(Model 680, Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)로 흡광도는 517 nm로 측정하였다. DPPH radical 소거능은 아래의 계산법을 이용해 백분율을 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)} =$$

$$[1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능(Re 등 1999)은 다음과 같이 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM 과황산칼륨 용액은 제조 후 동일한 혼합물로 혼합하였고 ABTS radical 양이온 생성을 위해서 24시간 동안 암소에서 반응시켰다. 그 후 ABTS<sup>+</sup> 용액은 0.7에서 1.0±0.02 사이의 흡광도로 나타날 때까지 734 nm에서 에탄올로 희석을 하였다. 수박무 분말 첨가 양갱의 에탄올 추출물 0.1 mL 용액에 ABTS<sup>+</sup> 0.9 mL 용액을 혼합하여 30분 동안 37°C에서 반응시켰다. 무첨가군은 시료를 대신하여 에탄올을 첨가하여 반응시키고 흡광도는 ELISA reader(Model 680, Bio-Rad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)로 734 nm에서 측정하였다. ABTS radical 소거능은 아래의 계산법을 이용해 백분율을 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity(\%)} =$$

$$[1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

## 8. 통계처리

본 실험에서 진행된 모든 실험 결과는 SPSS statistics(Ver. 26, IBM Co., Armonk, NY, USA)로 처리하여 통계 처리하였다. 실험군에 대한 시료 분석은 분석 항목에 따라 3회 혹은 5회 반복하였다. 실험군별 평균치의 분석은 평균±표준오차로 표시하였다. 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 통해 통계의 유의성 검정을 하였고 Duncan의 다중검정 방법으로  $p < 0.05$  수준으로 상호 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 일반성분

수박무 가식부 분말 첨가량을 달리해 제조한 양갱의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 수분 함량은 61.09~63.34% 범위로 수박무 가식부 분말의 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량은 유의하게 저하되는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). Kim YS(2021)의 연구에서 수박무

**Table 2. Proximate compositions of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder**

	Watermelon radish flesh powder content (%)				
	Control	2.5	5.0	7.5	10.0
Moisture (%)	63.34±0.23 <sup>1)2)a</sup>	63.72±0.35 <sup>a</sup>	63.37±0.34 <sup>a</sup>	62.71±0.24 <sup>ab</sup>	61.09±0.25 <sup>b</sup>
Crude ash (%)	0.29±0.05 <sup>c</sup>	0.28±0.04 <sup>c</sup>	0.29±0.03 <sup>c</sup>	0.33±0.09 <sup>ab</sup>	0.48±0.06 <sup>a</sup>
Crude lipid (%)	0.77±0.04 <sup>a</sup>	0.72±0.07 <sup>a</sup>	0.70±0.02 <sup>a</sup>	0.46±0.04 <sup>b</sup>	0.18±0.07 <sup>c</sup>
Crude protein (%)	3.62±0.03 <sup>a</sup>	3.63±0.02 <sup>a</sup>	3.57±0.03 <sup>b</sup>	3.58±0.10 <sup>b</sup>	3.32±0.11 <sup>c</sup>
Carbohydrate (%)	31.98±0.32 <sup>a</sup>	31.65±0.27 <sup>a</sup>	32.07±0.18 <sup>ab</sup>	32.92±0.45 <sup>b</sup>	34.93±0.28 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> All values are expressed as mean±S.E. of triplicate determinations.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) among groups by Duncan's multiple range test.

가식부 분말 자체의 일반성분 조성 분석 결과, 수분 4.72%, 조단백질 0.43%, 조지방 0.24%, 조회분 0.54%, 탄수화물 94.07%를 나타내었다고 보고하였다. 수박무 양갱은 수박무 가식부 분말의 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량의 감소는 수박무 가식부 분말 수분 함량이 팔랑금의 수분 함량보다 낮아 수박무 가식부 분말의 첨가 비율이 높을수록 양갱의 수분 함량이 낮아지는 것으로 사료된다. 이와 유사하게 열풍건조한 울금 분말 첨가 양갱(Kim 등 2014a), 백년초 분말 첨가 양갱(Lee JA 2017), 블루베리 분말 첨가 양갱(Han & Chung 2013), 자색 고구마 분말 첨가 양갱(Lee & Choi 2009)의 경우도 부재료의 첨가량이 증가할수록 수분 함량이 낮은 경향을 보였다. 조지방 함량은 대조군이 가장 높았고, 수박무 가식부 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 감소하였으며, 7.5%와 10% 첨가군은 유의적 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 조단백질 함량은 수박무 가식부 분말 첨가량에 따라 3.32~3.62%로 첨가량 증가에 따라 조단백질의 함량도 유의하게 저하되는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 반면 수박무 가식부 분말 첨가량 증가에 따라 조회분의 함량은 증가하여 유의적 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 탄수화물 함량도 대조군 31.98%, 10% 첨가군 34.93%로 수박무 분말 첨가량 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다( $p<0.05$ ).

## 2. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 pH 및 당도

수박무 가식부 분말이 첨가된 양갱의 pH 및 당도 측정 결과는 Table 3과 같다. 수박무 가식부 분말을 첨가하지 않은

대조군 양갱의 pH는 6.70, 수박무 가식부 분말 2.5% 첨가군은 6.55이며, 5% 첨가군은 6.53, 7.5% 첨가군은 6.43, 10% 첨가군은 6.38로 수박무 분말 첨가량이 증가할수록 양갱의 pH 값은 유의하게 감소하는 경향을 나타냈다( $p<0.05$ ). 이와 같은 결과는 본 연구에서 보고(Kim 등 2021)한 수박무 가식부 분말 자체의 pH가 6.32로 약산성이어서 수박무 가식부 분말의 첨가량이 증가할수록 양갱의 pH가 감소하는 것으로 보여진다. 또한 수박무 가식부 분말은 유기산 함량이 풍부하고, 수박무 가식부 분말에 존재하는 유기산은 lactic acid, succinic acid, tartaric acid, malic acid, citric acid, acetic acid, formic acid 등을 함유하고 있다(Kim 등 2021). 아사이베리 양갱(Choi SH 2015)도 아사이베리 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아졌는데, 이는 부재료로 첨가하는 아사이베리 분말의 pH 4.12로 산성이어서 양갱 pH값에 영향을 미친 것으로 보고하였다. 또한 홍삼 양갱(Ku & Choi 2009), 블루베리 양갱(Han & Chung 2013), 블랙커런트 양갱(Park & Chung 2016) 연구에서도 홍삼 추출물, 블루베리 분말 및 블랙커런트 분말에도 유기산이 존재하여 첨가량 증가에 따라 pH값이 감소한다는 결과를 나타내었다. 파프리카 주스 또는 페이스트 첨가 양갱의 경우도 첨가량이 증가할수록 양갱의 pH는 저하되며, 이는 파프리카에 tartaric acid, succinic acid 및 malic acid와 같은 유기산이 존재하기 때문이라고 하였다(Park 등 2014). 이러한 결과를 통하여 양갱의 pH는 첨가 부재료의 성분에 따라 영향을 받는다고 사료된다. 수박무 가식부 분말에 풍부한 유기산으로

**Table 3. pH and °Brix of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder**

	Watermelon radish flesh powder content (%)				
	Control	2.5	5.0	7.5	10.0
pH	6.70±0.00 <sup>1)2)a</sup>	6.55±0.00 <sup>b</sup>	6.53±0.01 <sup>b</sup>	6.43±0.01 <sup>c</sup>	6.38±0.01 <sup>d</sup>
Sugar content (°Brix)	40.63±0.03 <sup>d</sup>	42.50±0.06 <sup>c</sup>	42.97±0.03 <sup>bc</sup>	43.13±0.08 <sup>ab</sup>	43.70±0.09 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> All values are expressed as mean±S.E. of triplicate determinations.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) among groups by Duncan's multiple range test.

인해 pH가 저하되었는데, 이는 수박무 양갱의 겔 형성에 영향을 미칠 것으로 보여진다.

수박무 가식부 분말을 첨가하지 않은 양갱인 대조군의 당도는 40.63 °Brix, 수박무 분말 첨가군은 42.50~43.70 °Brix로 수박무 분말 첨가량이 증가할수록 양갱의 당도 값은 유의하게 증가하는 경향을 나타냈다( $p<0.05$ ). 이는 본 연구팀이 보고한 수박무 가식부 분말의 당도가 7.30 °Brix로 당도가 높기 때문에(Kim 등 2021) 수박무 분말의 첨가량이 증가할수록 당도가 높아지는 것으로 보여진다. 즉 수박무 가식부 분말 자체가 단맛을 내는 fructose와 sucrose 함량이 높기 때문이다(Kim 등 2021). Han & Chung(2013)의 블루베리 양갱을 비롯하여 블랙커런트 양갱(Park & Chung 2016), 백년초 양갱(Lee JA 2017) 등의 당도는 이와 유사한 경향을 보였다고 보고하면서 이는 이들 부재료의 당 함량에 영향을 받는 것으로 보고하였다. 그러나 생강 양갱(Han & Kim 2011)과 울금 양갱(Kim 등 2014a) 당도 측정 결과에서는 부재료 첨가량 증가에 따라 당도가 점차 낮아졌다고 보고했다. 이와 같이 다른 결과를 보인 이유는 당도가 없는 부재료를 사용하여 양갱을 제조 시 부재료 첨가 비율이 증가한 만큼 당도가 있는 백양근의 첨가량이 낮아지기 때문인 것으로 보여진다.

### 3. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 색도

수박무 가식부 분말 첨가 양갱 색도 측정 결과는 Table 4와 같으며 수박무 가식부 분말이 첨가된 양갱들의 외형은 Fig. 2와 같다. L값은 대조군에서 49.61로 가장 높았으며 수박무 분말을 첨가할수록 유의하게 명도가 낮아졌다( $p<0.05$ ). 적색도를 나타내는 a값은 대조군에서는 -2.03으로 음의 값을 보였지만, 2.5% 첨가군에서부터 양의 값을 나타내었고, 10% 첨가군에서 가장 높은 값인 13.79를 나타내어 유의적인 증가를 보였다( $p<0.05$ ). 황색도를 나타내는 b값은 대조군에서는 2.38로 가장 높았으며, 2.5% 첨가군에서부터 음의 값을 나타내었고, 분말 첨가 비율이 증가할수록 낮아지는 현상을 나타내면서 10% 첨가군에서 가장 낮은 값인 -4.69로 나타났다( $p<0.05$ ). 즉 수박무 가식부 분말 첨가로 양갱의 색도는

L값과 b값은 감소하였으나, a값은 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 본 연구팀이 보고한(Kim 등 2021) 수박무 가식부 분말 자체의 색도는 L값 53.02, a값 26.08, b값 -4.37로 부재료로 첨가한 수박무 가식부 분말의 색도가 양갱의 색도에 영향을 미치는 것으로 보인다. 수박무와 같이 부재료에 안토시아닌 색소가 풍부하게 들어 있는 자색고구마 양갱(Lee & Choi 2009), 블루베리 양갱(Han & Chung 2013), 아사이베리 양갱(Choi SH 2015), 블랙커런트 양갱(Park & Chung 2016)도 이와 유사하게 부재료의 첨가량 증가함에 따라 b값과 L값은 감소하고, a값은 증가되었다.

### 4. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 조직감 특성 분석

수박무 양갱의 조직감 특성 분석 결과값은 Table 5와 같다. 수박무 양갱의 탄력성은 대조군보다 수박무 가식부 분말을 첨가하였을 때 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ) 감소하는 경향을 보였는데, 2.5% 첨가군과 5.0% 첨가군은 대조군보다 높게 나타났으나, 10% 첨가군은 대조군보다 낮게 나타났다. 응집성은 실험군에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 씹힘성은 수박무 가식부 분말 2.5% 첨가군, 5.0% 첨가군, 7.5% 첨가군은 대조군에 비하여 유의하게 높았으나( $p<0.05$ ), 10.0% 첨가군은 대조군과 유사하였다. 그러나 수박무 양갱의 경도는 대조군이 804.68로 가장 낮았으며, 수박무 분말의 첨가량 증가에 따라 경도값은 유의하게 높아지는 경향을 보였다( $p<0.05$ ). 이와 유사하게 파프리카 양갱(Park 등 2009), 블루베리 양갱(Han & Chung 2013), 백년초 양갱(Lee JA 2017), 블랙커런트 양갱(Park & Chung 2016)도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였다. Kim 등(2012)의 연구 결과 발효홍삼 첨가량 증가에 따라 팔 전분 겔의 견고성도 증가하였고, 겔이 함유한 수분이 분리가 되면서 전체적으로 경도도 증가하였다고 한다. 이러한 연구 결과(Kim 등 2012)와 같은 이유로 수박무 양갱은 수박무 가식부 분말의 첨가 비율이 증가할수록 수분 함량이 감소하고, 유기산 함량이 증가하여 pH가 저하되어 한천에 의한 응고력의 증가로 경도가 증가한 것으로 사료된다. 이상의 결과, 수박무 가식부 분말 첨가 시 양갱은 대조

Table 4. Colorimetric characteristic of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder

Color values	Watermelon radish flesh powder content (%)				
	Control	2.5	5.0	7.5	10.0
L-value	49.61±0.31 <sup>1)2)a</sup>	42.90±0.59 <sup>b</sup>	39.18±0.54 <sup>c</sup>	36.79±1.16 <sup>d</sup>	35.19±0.40 <sup>d</sup>
a-value	-2.03±0.06 <sup>c</sup>	4.08±0.06 <sup>d</sup>	7.97±0.11 <sup>c</sup>	11.74±0.10 <sup>b</sup>	13.79±0.48 <sup>a</sup>
b-value	2.38±0.29 <sup>a</sup>	-1.22±0.22 <sup>b</sup>	-2.70±0.14 <sup>c</sup>	-3.37±0.11 <sup>c</sup>	-4.69±0.42 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> All values are expressed as mean±S.E. of five determinations.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) among groups by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Texture profile analysis of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder**

	Watermelon radish flesh powder content (%)				
	Control	2.5	5.0	7.5	10.0
Springiness (mm)	49.56±1.67 <sup>1)2)b</sup>	55.12±2.32 <sup>a</sup>	54.40±1.04 <sup>a</sup>	47.24±1.70 <sup>b</sup>	45.28±1.47 <sup>c</sup>
Cohesiveness (%)	10.29±1.16	11.41±0.26	10.09±0.31	10.80±0.18	9.67±0.59
Chewiness (N · mm)	18.84±1.90 <sup>b</sup>	26.37±2.57 <sup>a</sup>	26.10±1.11 <sup>a</sup>	24.61±1.18 <sup>a</sup>	17.81±1.01 <sup>b</sup>
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	804.68±45.79 <sup>c</sup>	934.06±124.03 <sup>bc</sup>	1,247.12±136.63 <sup>ab</sup>	1,350.66±78.72 <sup>a</sup>	1,418.63±61.50 <sup>a</sup>

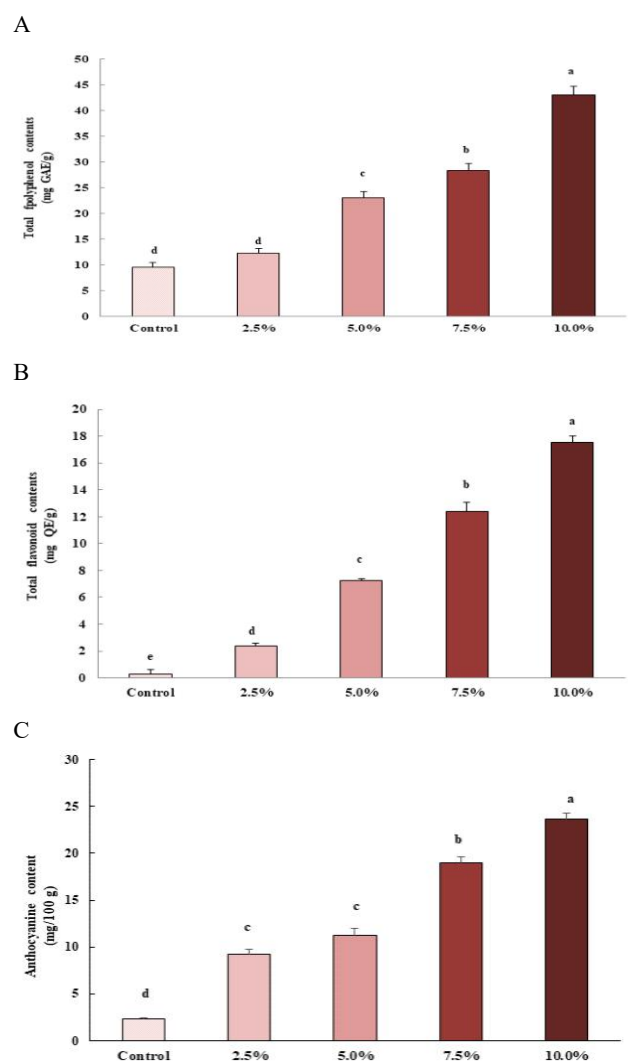
<sup>1)</sup> All values are expressed as mean±S.E. of five determinations.

<sup>2)</sup> Values with different superscripts in the same row are significantly different ( $p<0.05$ ) among groups by Duncan's multiple range test.

군에 비하여 탄력성은 2.5%, 응집성은 2.5%, 씹힘성은 2.5%, 경도는 5.0~10.0%일 때 가장 높은 경향을 보였다. 전반적으로 수박무 가식부 분말 양갱은 첨가 비율 7.5%까지는 탄력성과 씹힘성은 증가하였으나, 경도는 첨가 비율 5.0% 이상의 경우 증가하였다.

### 5. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 안토시아닌 함량

수박무 가식부 분말을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 안토시아닌 함량은 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3A에서와 같이 총 폴리페놀의 함량은 대조군이 가장 낮았고, 수박무 가식부 분말 첨가 비율이 증가함에 따라서 총 폴리페놀 함량은 유의하게 높아졌다( $p<0.05$ ). 5% 첨가군은 대조군에 비해 약 2.5배, 7.5% 첨가군은 약 3배, 10% 첨가군은 약 4.5배 높은 수치를 보였다. 블랙커런트 분말 첨가 양갱(Park & Chung 2016), 백년초 분말 첨가 양갱(Lee JA 2017), 대봉홍시 분말 첨가 양갱(Jeong 등 2020)의 총 폴리페놀 함량 연구 결과도 대조군에 비하여 부재료 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가한다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사한 경향을 보였다. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 총 플라보노이드 함량 결과는 Fig. 3B와 같다. 실험 결과 대조군에 비해 수박무 분말 첨가량이 증가할수록 총 플라보노이드 함량도 비례하여 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 대봉 홍시 가루 첨가 양갱(Jeong 등 2020), 아로니아 첨가 청포묵(Hwang & Nhuan 2014), 동결건조 감귤 분말 첨가 양갱(Cha & Chung 2013)의 연구결과에서도 부재료 분말의 첨가량 증가에 따라 총 플라보노이드 함량은 증가하는 결과를 보여 본 연구 결과와 유사하였다. 수박무 가식부 분말이 첨가된 양갱의 안토시아닌 함량 측정 결과는 Fig. 3C에 나타내었다. 수박무 양갱의 안토시아닌 함량도 수박무 가식부 분말의 첨가량에 비례하여 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ). 아로니아즙 첨가 양갱(Hwang & Lee 2013), 블랙커런트 분말 첨가 양갱(Park & Chung 2016) 연구에서도 부재료 첨가량이 증가할수록 안토시아닌 함량이 높아지는 것을 확인할 수 있어 본 연구와 유사한 결과를 보



**Fig. 3. Total polyphenol (A), total flavonoid (B), and anthocyanine (C) contents of *Yanggaeng* prepared with different levels of watermelon radish flesh powder.** All values are expressed as mean±S.E. of triplicate determinations. <sup>a-c</sup>Values with different superscripts on the bar are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.



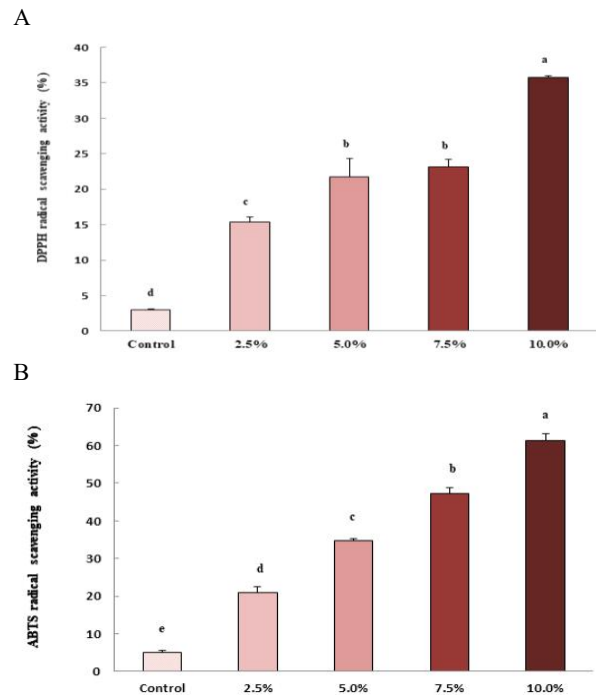
였다. 결론적으로 수박무 양갱은 수박무 가식부 분말 비율이 증가할수록 항산화 성분인 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량이 증가하였다. 본 연구에서 사용(Kim 등 2021)한 수박무 가식부 분말 자체의 총 폴리페놀 함량은 127.92 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 46.94 mg QE/g, 안토시아닌 함량은 18.97 mg/100 g으로 항산화 물질이 풍부하다. 따라서 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량이 풍부한 수박무 가식부 분말 첨가 비율이 증가할수록 수박무 양갱의 항산화 성분이 높아진 것으로 보여진다.

### 6. 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 항산화 활성

수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 4와 같다. Fig. 4A에서와 같이 DPPH 라디칼 소거능은 대조군이 가장 낮았고, 수박무 가식부 분말 첨가량 증가에 따라 DPPH 라디칼 소거능은 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ). DPPH 라디칼 소거능은 대조군에 비해 2.5% 첨가군은 약 5배, 5% 첨가군과 7.5% 첨가군은 약 8배, 10% 첨가군은 약 12배 높은 수치로 나타내었다. 즉 분말 첨가 양갱(Choi & Lee 2013), 홍삼 추출물 첨가 양갱(Ku & Choi 2009), 울금가루 첨가 양갱(Lee SH 2013), 흑임자 분말 첨가 양갱(Seo & Lee 2013), 토마토 분말 첨가 양갱(Kim 등 2014b)도 부재료 첨가량이 증가함에 따라 DPPH 라디칼 소거능이 증가되는 결과가 나타나 본 연구 결과와 유사하였다. 수박무 양갱의 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과는 Fig. 4B와 같다. 수박무 양갱의 ABTS 라디칼 소거능도 대조군이 가장 낮았고, 수박무 가식부 분말 첨가량이 높아질수록 ABTS 라디칼 소거능 활성이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 이와 유사하게 구기자 추출물을 첨가한 양갱의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능이 부재료 첨가 비율이 높을수록 증가하였다(Seo 등 2016). 본 연구 결과 수박무 양갱의 플라보노이드, 총 폴리페놀 및 안토시아닌 함량이 많을수록 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능도 증가함을 알 수 있었다. 즉 수박무 분말 자체의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌과 같은 항산화 성분으로 인해 양갱 제조 시 수박무 가식부 분말을 첨가함으로써 기능성 식품 상품 제조뿐 아니라 양갱 섭취 시 항산화 효과가 기대되는 것으로 보인다.

### 요약 및 결론

본 연구는 수박무 가식부 분말을 이용해 기능성식품개발 가능성 및 가치 평가를 위한 기초 자료를 얻고자 하였다. 수박무 가식부 분말을 백앙금 대비 0, 2.5, 5, 7.5, 10% 비율로 각각 첨가하여 양갱을 제조하여 수박무 양갱의 일반성분, pH, 당도, 색도 및 조직특성을 측정하였다. 또한 수박무 양갱



**Fig. 4. DPPH (A) and ABTS (B) radical scavenging activities of Yanggaeng prepared with different levels of watermelon radish flesh powder.** All values are expressed as mean±S.E. of triplicate determinations. <sup>a-c</sup>Values with different superscripts on the bar are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량, DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능을 통해 항산화 활성을 측정하였다. 수박무 양갱은 수박무 가식부 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 수분, 조지방, 조단백질 함량 및 pH는 낮아지는 경향이 보였으나, 조회분, 탄수화물 함량 및 당도는 증가하는 경향을 보였다. 수박무 양갱의 색도 측정 결과, 수박무 가식부 분말 첨가 비율이 증가함에 따라 명도 및 황색도는 낮아지는 경향을 보였고, 적색도는 증가하였다. 조직감 특성 분석 결과, 수박무 양갱의 탄력성, 응집성, 씹힘성은 수박무 가식부 분말 2.5% 첨가군이 가장 높았고, 경도는 수박무 가식부 분말의 첨가량이 증가함에 따라 경도는 높아지는 경향을 보여주었다. 수박무 양갱의 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량, DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능은 수박무 분말 첨가량의 증가에 따라 높아지는 결과를 보였다. 품질특성, 조직감, 항산화효과 결과를 토대로 수박무 가식부 분말 첨가 비율은 7.5%까지 첨가하면 적당하다고 판단된다. 수박무 가식부 분말을 10% 첨가할 경우 항산화 효과는 가장 좋았지만, 색도, 탄력성 감소와 경도 증가로 인한 조직감이 저하되었다. 수박무 가식부 분말을



첨가한 양갱은 기능성 식재료로 효과가 높을 것으로 사료되며, 수박무 가식부 분말을 이용한 다양한 디저트 개발 가능성이 있을 것으로 생각된다. 향후 관능평가 등 보다 더 면밀한 연구를 통해 수박무 가식부 분말 첨가 양갱의 최적 제조 방법에 대한 후속 연구가 필요하다고 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 전남도립대학교 2021년도 연구비 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- Ahn M, Koh R, Kim GO, Shin T. 2013. Aqueous extract of purple *Bordeaux* radish, *Raphanus sativus* L. ameliorates ethanol-induced gastric injury in rats. *Orient Pharm Exp Med* 13:247-252
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. p.788. Association of Official Analytical Chemist
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Cha MA, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of yanggaeng supplemented with freeze-dried citrus mandarin powder. *Korean J Food Cult* 28:488-494
- Chae SG, Kang GS, Ryu ID, Ma SJ, Bang GW, Oh MH, Oh SH. 2002. Food Analysis: Theory & Practice. pp.381-382. Jigu Culture
- Choi EM, Jeong BM. 2004. Quality characteristics of yanggaeng prepared by different ratio of pumpkin. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20:138-143
- Choi IK, Lee JH. 2013. Quality characteristics of yanggaeng incorporated with mugwort powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:313-317
- Choi JY, Lee JH. 2015. Physicochemical and antioxidant properties of yanggaeng incorporated with orange peel powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:470-474
- Choi MK. 2003. Analysis of manganese contents in 30 Korean common foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:1408-1413
- Choi SH. 2015. Quality characteristics of yanggaeng added with acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder. *Korean J Culin Res* 21:133-146
- Eom HJ, Kang HJ, Kwon NR, Yoon HS, Kim IJ, Kim Y, Song Y. 2021. Quality characterization of yanggaeng with rice germ powder. *Korean J Food Nutr* 34:302-309
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Goyeneche R, Roura S, Ponce A, Vega-Gálvez A, Quispe-Fuentes I, Uribe E, Scala KD. 2015. Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots. *J Funct Foods* 16:256-264
- Han EJ, Kim JM. 2011. Quality characteristics of yanggaeng prepared with different amounts of ginger powder. *J East Asian Soc Diet Life* 21:360-366
- Han JM, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of yanggaeng added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20:265-271
- Hong SS, Jung EK, Kim AJ. 2013. Quality characteristics of yanggaeng supplemented with sanghwang mushroom (*Phellinus linteus*) mycelia. *J Korean Diet Assoc* 19:253-264
- Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1220-1226
- Hwang ES, Nhuan DT. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of Cheongpomook added with aronia (*Aronia melanocarpa*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 30:161-169
- Jang KI, Lee JH, Kim KY, Jeong HS, Lee HB. 2006. Quality of stored grape (*Vitis labruscana*) treated with ethylene-absorbent and activated charcoal. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1237-1244
- Jeon HN, Kim HJ, Song YO. 2003. Effect of kimchi solvent fractions on anti-oxidative enzyme activities of heart, kidney and lung of rabbit fed a high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:250-255
- Jeong E, Lee JJ, Maeng D, Lee HJ. 2020. Antioxidant activity and quality characteristics of yanggaeng supplemented with ripe Daebong persimmon powder. *Korean J Community Living Sci* 31:25-36
- Jeong SH, Kim JH, Yang SJ, Lee SH, Oh JH, Lee JO, Lee HJ. 2015. Quality and antioxidant activity of yanggaeng containing herbal medicine extracts for the elderly. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1304-1310
- Jing P, Song LH, Shen SQ, Zhao SJ, Pang J, Qian BJ. 2014. Characterization of phytochemicals and antioxidant activities of red radish brines during lactic acid fermentation. *Molecules* 19:9675-9688
- Joo SY, Park JD, Choi YS, Sung JM. 2017. Quality characteristics and antioxidant activity of red radish (*Bordeaux* and

- watermelon radish) tea with use of different processing methods. *Korean J Food Nutr* 30:908-915
- Kim AJ, Han MR, Lee SJ. 2012. Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng using fermented red ginseng for the elderly. *Korean J Food Nutr* 25:83-89
- Kim DS, Choi SH, Kim HR. 2014a. Quality characteristics of yanggaeng added with *Curcuma longa* L. powder. *Korean J Culin Res* 20:27-37
- Kim HK. 2019. The effects of reducing skin wrinkles and improving skin elasticity from Korean radish extract. *Int J Adv Smart Convergence* 8:113-125
- Kim JH, Park JH, Park SD, Kim JK, Kang WW, Moon KD. 2002. Effect of addition of various mesh sifted powders from safflower seed on quality characteristic of yanggaeng. *Korean J Food Preserv* 9:309-314
- Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS. 2014b. Quality characteristics of yanggaeng added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1042-1047
- Kim MK. 2014. Method for producing watermelon radish pickle and watermelon radish pickle produced by same method. Korea Patent 1020140136263
- Kim Y, Cha SS, Lee JJ. 2021. Comparison of the physico-chemical characteristics and antioxidant activities of watermelon radish flesh and peel. *Korean J Community Living Sci* 32:417-436
- Kim YS. 2021. Quality characteristics and antioxidant activities of pork tteokgalbi added with watermelon radish powder. Master's Thesis, Chosun Univ. Gwangju
- Ku SK, Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of red ginseng sweet jelly (yanggaeng). *Korean J Food Cookery Sci* 25:219-226
- Lee JA. 2017. Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng added with beaknyuncho (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder. *Culin Sci Hosp Res* 23:33-42
- Lee SH. 2013. Physicochemical and sensory characteristics of yanggaeng added with turmeric powder. *Korean J Food Nutr* 26:447-452
- Lee SM, Choi YJ. 2009. Quality characteristics of yanggeng by the addition of purple sweet potato. *J East Asian Soc Diet Life* 19:769-775
- Lee WH, Hwang HJ. 2021. A study on the antioxidant activities and calorie of jerusalem artichoke powder-added yanggaeng. *FoodService Ind J* 17:87-97
- Lee YJ, Oh YJ, Kim HR, Hwang ES. 2017. Quality characteristics of yanggaeng with ginseng paste. *Korean J Food Nutr* 30:1341-1347
- Manivannan A, Kim JH, Kim DS, Lee ES, Lee HE. 2019. Deciphering the nutraceutical potential of *Raphanus sativus* – A comprehensive overview. *Nutrients* 11:402
- Min SH, Park OJ. 2008. Quality characteristics of yanggaeng prepared with different amounts of *Astragalus membranaceus* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 18:9-13
- Papi A, Orlandi M, Bartolini G, Barillari J, Iori R, Paolini M, Ferroni F, Fumo MG, Pedulli GF, Valgimigli L. 2008. Cytotoxic and antioxidant activity of 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate from *Raphanus sativus* L. (Kaiware Daikon) sprouts. *J Agric Food Chem* 56:875-883
- Park EY, Kang SK, Jeong CH, Choi SD, Shim KH. 2009. Quality characteristics of yanggaeng added with paprika powder. *J Agric Life Sci* 43:37-43
- Park LY, Woo DI, Lee SW, Kang HM, Lee SH. 2014. Quality characteristics of yanggaeng added with different forms and concentrations of fresh paprika. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:729-734
- Park MY, Chung HJ. 2016. Effect of addition of blackcurrant powder on quality and antioxidant activity of yanggaeng. *J Korean Soc Food Cult* 31:457-464
- 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* 26:1231-1237
- Seo EJ, Kim AJ, Rho JO. 2016. Antioxidant effects and storage stability of yanggaeng supplemented with *Lycii fructus* extract. *Korean J Hum Ecol* 25:375-386
- Seo HM, Lee JH. 2013. Physicochemical and antioxidant properties of yanggaeng incorporated with black sesame powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:143-147
- Song YB, Choi JS, Lee JE, Noh JS, Kim MJ, Cho EJ, Song YO. 2010. The antioxidant effect of hot water extract from the dried radish (*Raphanus sativus* L.) with pressurized roasting. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1179-1186
- Tamura S, Tsuji K, Yongzhen P, Ohnishi-Kameyama M, Murakami N. 2010. Six new acylated anthocyanins from red radish (*Raphanus sativus*). *Chem Pharm Bull* 58:1259-1262

Received 22 November, 2021

Revised 03 December, 2021

Accepted 09 December, 2021