ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
한국지역사회생활과학회지 34(4): 539~552, 2023
Korean J Community Living Sci 34(4): 539~552, 2023
http://doi.org/10.7856/kjcls.2023.34.4.539

몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 항산화 활성 및 품질특성

정 은 · 한 수 봉[1] · 김 인 숙[2] · 이 재 준[3]†

조선대학교 산학협력단 연구교수 · 조선대학교 교육대학원 영양교육전공 석사[1] ·
조선대학교 대학원 식품의약학과 박사[2] · 조선대학교 식품영양학과 교수[3]

Antioxidative Activity and Quality Characteristics of *Yanggaeng* with the addition of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) Powder

Eun Jeong · Su-Bong Han[1] · In Suk Kim[2] · Jae-Joon Lee[3]†

Research Professor, Industry Academic Cooperation Foundation Chosun University, Gwangju Korea
Master, Major in Nutrition Education, Graduate School of Education, Chosun University, Gwangju Korea[1]
Ph.D., Dept. of Food & Drug, Graduate School, Chosun University, Gwangju Korea[2]
Professor, Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju Korea[3]

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the antioxidative activities and quality characteristics of *Yanggaeng* made with the addition of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder. Molokhia powder (1, 3, 5, and 7%) was added based on the total weight of white bean paste. Total polyphenol and flavonoid contents, as well as 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazy (DPPH) radical and 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical scavenging activities of *Yanggaeng,* increased with the increase in the Molokhia powder content. There was no significant difference in the moisture content of *Yanggaeng* between the control and additive groups. The pH value and Hunter's L value of *Yanggaeng* made with the addition of Molokhia powder, tended to decrease with an increase in the content of Molokhia powder. However, Hunter's a and b values significantly increased as the amount of the Molokhia powder added increased. The sugar content of *Yanggaeng* in the control group was significantly higher than that in the group of samples made with the addition of Molokhia powder. The texture evaluation of *Yanggaeng* indicated that an increase in the Molokhia powder content resulted in an increase in the hardness, cohesiveness, fracturability, and chewiness, whereas adhesiveness and springiness decreased. These results indicate that the addition of Molokhia powder to *Yanggaeng* may be useful in improving its antioxidative activities and quality characteristics.

Key words: Molokhia, *Yanggaeng*, antioxidative activity, quality characteristics

Received: 22 September, 2023 Revised: 24 October, 2023 Accepted: 27 October, 2023
†**Corresponding Author**: Jae-Joon Lee Tel: 82-62-230-7725 E-mail: leejj80@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.

Ⅰ. 서론

최근 국민의 소득향상과 건강에 대한 관심의 증가로 질병 예방 및 건강기능성 식재료에 대한 관심이 증가되면서 천연식품 속 영양소 및 생리활성물질에 대한 관심과 이를 이용한 건강기능성식품의 공급과 소비가 증가하고 있다(Park et al. 2004). 또한 국내 소비자의 다양한 식재료에 관한 관심과 요구도가 증대되면서 아열대 채소를 이용한 기능성 효능 검증과 관련 제품들의 개발이 다양하게 이루어지고 있다(Lee & Kim 2009; Kim et al. 2013; Kim et al. 2015a; Lee et al. 2015; Moon et al. 2016)

아열대 채소 중의 하나인 몰로키아(Molokhia 또는 Molokheya, *Corchorus olitorius* L.)는 이집트의 지중해 연안을 그 원산지로 하는 피나무과(Tiliaceae)의 녹황색 식물로(Uhm et al. 2015), 이집트에서는 몰로키아 어린 잎은 수프 재료로 혹은 질병 치료용으로 사용하였다고 한다(Azuma et al. 1999). 국내는 1995년부터 농촌진흥청에서 경기도 여주 등지에서 소규모로 몰로키아를 처음 재배하기 시작하였으며, 여름철 고온 다습한 기후에도 강하여 수확량이 많은 편이다(Jung et al. 2003). 몰로키아에는 단백질 36.7%, 조섬유소 29.7%, 점질성 다당류 22%, 회분이 11.1% 정도 포함되어 있다(El-Mahdy & Sebaiy 1984). 비타민 E, B_1, B_2, C 및 folic acid을 비롯한 비타민 뿐만 아니라 칼슘, 인, 칼륨, 철 등 각종 무기질도 균형 있게 함유하고 있다(Oshodi 1992) 특히 식이섬유소를 37.4% 함유하며(Jung et al. 2002), 그 외에 cardiac glycosides, terpenes, flavonoids, fatty acids, hydrocarbons, phenolics와 같은 다양한 생리활성물질이 풍부하다고 알려져 있다(Abdel-Razek et al. 2022). β-카로틴과 루테인도 풍부하고(Farag et al. 1998), 이들 물질은 가열한 후에도 당근이나 시금치 등의 채소들과 비교하여 잔존량이 월등히 많아 항산화 및 노화예방 효과가 기대된다고 보고하였다(Jung et al. 2002). Ahmed(2021)은 몰로키아에 함유된 생리활성 물질들이 항당뇨, 항산화, 항염증, 항암, 항균, 간, 심장 및 신경 보호효과, 알레르기와 상처치유에 효과가 있는 것으로 보여진다고 하였다. 또한 몰로키아는 콜레스테롤 저하효과, 변비개선, 당뇨와 같은 만성퇴행성질환 예방 등의 효능을 가지고 있는 것으로 보고되었다(Azuma et al. 1999; Hwangbo et al. 2009a; Kim et al. 2011). 몰로키아에 대한 국내 선행 연구로는 몰로키아 재배에 관한 연구(Han & Yoo 2009; Uhm et al. 2015), 몰로키아 잎 추출물인 점질 다당류의 특성(Jung et al. 2002), 흰쥐의 콜레스테롤 대사에서의 몰로키아의 영향(Jung et al. 2003), 몰로키아를 첨가한 탈지대두 발효물의 콜레스테롤 개선효과(Kim et al. 2011), 기능성 화장품의 소재로의 활용(Jun et al. 2019) 등이 있다. 또한 몰로키아를 이용한 식품개발에 관한 연구로는 몰로키아 분말을 첨가하여 제조한 밀과 보리의 혼합 식빵(Kim et al. 2015b), 유화형 소시지(Hwangbo et al. 2009b), 백설기(Choi 2021)의 개발에 관한 것이 보고되었다.

양갱은 팥앙금과 한천, 설탕을 기본 재료로 하여 만드는 식품으로(Kim & Lee 2012) 부드럽고 탄력성을 가지게 되어 치아 상태가 양호하지 못한 노인이나 어린이들을 위한 간식으로 활용도가 높다. 양갱은 그 특성상 저작이 용이하고 다양한 형태의 부재료를 첨가하여 제조하기 쉬워 노인 영양을 위한 기능성 간식으로의 활용도가 높을 것으로 판단된다(Lee at al. 2018). 이러한 기능성 양갱에 대한 선행 연구로는 녹차(Choi 2010), 파프리카(Park et al. 2014), 한라봉(Kim et al. 2015a), 밤(Jhee 2016), 치아시드(O et al. 2017), 루바브

(Seo et al. 2017), 상황버섯균사체(Hong et al. 2013), 대봉(Jeong et al. 2020) 등의 다양한 부재료를 이용한 양갱들이 연구되었으나, 몰로키아를 활용한 양갱의 연구는 보고되지 않았다.

이에 본 연구에서는 항산화 효과 및 콜레스테롤 저하 효과(Ahmed 2021) 등이 있는 것으로 알려진 몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리한 양갱을 제조하여 기능성 양갱으로서의 가능성을 알아보고자 항산화 활성과 품질특성을 조사하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 몰로키아 분말은 전라북도 익산시 웅포면에서 재배하고 수확하여 가공한 것으로 아로비타영농조합(Iksan, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 그 외 백앙금(Daedoo Food Co., Seoul, Korea), 한천 분말(Wooriga Co., Yangju, Korea), 프락토올리고당(Samyang Co., Ulsan, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Co., Incheon, Korea)은 시중 마트에서 구입하여 사용하였다.

Table 1. Formulae of *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder

Ingredients (g)	Samples[1)]				
	M0	M1	M3	M5	M7
Water	200	200	200	200	200
White bean paste	300	297	291	285	279
Sugar	50	50	50	50	50
Oligosaccharide	60	60	60	60	60
Agar	6	6	6	6	6
Molokhia powder	0	3	9	15	21

[1)]M0: Control (*Yanggaeng* supplemented with 0% molokhia powder).
M1: *Yanggaeng* supplemented with 1% molokhia powder.
M3: *Yanggaeng* supplemented with 3% molokhia powder.
M5: *Yanggaeng* supplemented with 5% molokhia powder.
M7: *Yanggaeng* supplemented with 7% molokhia powder.

2. 양갱의 제조

몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 제조 방법은 여러 번의 예비실험을 통하여 최종 배합비를 결정하였으며, 재료의 배합은 Table 1에 제시하였고, 제조 공정은 Fig. 1과 같이 실시하였다. 몰로키아 양갱 제조를 위해 몰로키아 분말의 첨가량은 백앙금 첨가량 300 g에 대한 0, 1, 3, 5, 7%의 비율로 첨가하였다. 양갱의 제조는 물 200 mL 중 100 mL

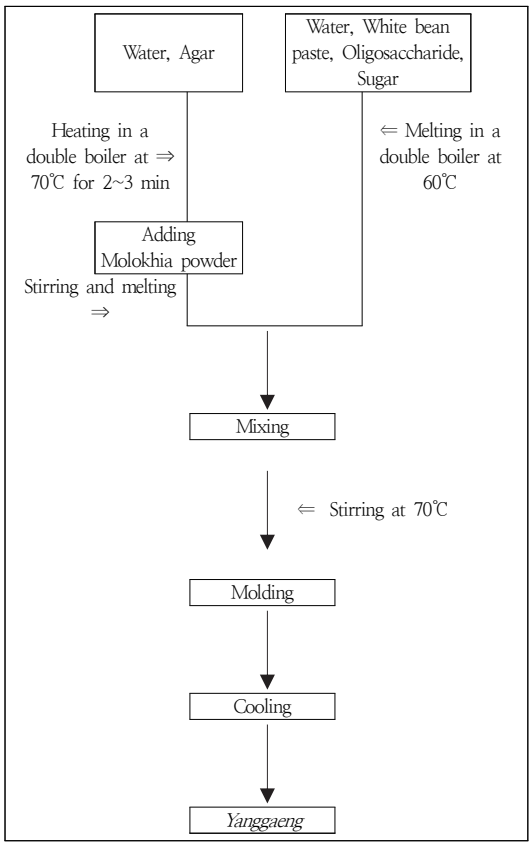


Fig. 1. Procedure for the preparation of different *Yanggaeng* products with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder.

에 한천 6 g을 넣고 70℃에서 2-3분간 용액이 맑은 색이 될 때까지 중탕하여 주고 여기에 첨가량을 달리한 몰로키아 분말을 넣고 잘 섞어 녹여 주었다. 남은 물 100 mL에는 백앙금과 올리고당, 설탕을 넣고 60℃에서 중탕하여 잘 녹여 주었다. 각각 녹인 두 혼합물을 섞어 70℃에서 중탕하며 잘 저어준 후 성형 틀에 부어 모양을 형성하였다. 그 후 실온에서 1시간 굳혀 양갱을 제조하였고, 제조된 양갱은 4℃에서 24시간 냉장 보관하였다가 실온에서 1시간 방치한 후 실험에 사용하였다.

3. 항산화 함량 및 항산화 활성 측정

1) 시료액 제조

몰로키아 분말을 첨가한 양갱을 적당량 덜어 잘 뭉갠 후 0.5 g을 취하여 70% 에탄올 50 mL를 첨가하여 현탁하고, 중간 세기로 25℃에서 3시간 동안 초음파 처리하여 추출하였다. 그 후 추출물을 8,000 rpm에서 10분 동안 원심 분리하여 상층액을 얻었으며, 이들 시료를 이용하여 항산화 효과를 측정하였다.

2) 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량 측정

몰로키아 양갱의 총 폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis법(Folin & Denis 1912)의 방법으로 실시하였다. 몰로키아 양갱 에탄올 추출물 0.2 mL와 Folin reagent 0.2 mL를 넣고 실온에서 3분간 반응시킨 후 반응액에 10% Na_2CO_3 0.4 mL를 첨가하여 혼합하였다. 이를 40분간 암소에서 방치한 후 반응물을 UV-spectrophotometer (Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선의 작성은 gallic acid를 표준물질로 사용하여 최종 농도가 0, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 μg/mL가 되도록 작성하였으며, 이렇게 얻어진 검량곡선을 통하여 시료 중의 총 폴리페놀 함량을 구하였다. 각 시료 당 실험은 3회씩 반복하여 측정하였고 그 결과를 평균값과 표준오차를 이용하여 나타내었다.

몰로키아 양갱의 총 플라보노이드 함량 측정은 변형된 Davis법(Chae at al. 2002)으로 측정하였다. 몰로키아 양갱 에탄올 추출물을 0.5 mL 취하여 diethylene glycol 0.5 mL를 넣고 1N NaOH 10 μL을 첨가한 후 수욕에서 37℃로 1시간 동안 반응시켰다. 그 후 UV-spectrophotometer (Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 이용하여 420 nm에서 반응물의 흡광도 측정을 하였다. 표준곡선의 작성은 quercetin을 표준물질로 사용하여 최종 농도가 0, 6.25, 12.5L, 25, 50, 100 μg/mL가 되도록 하였으며, 이 검량곡선을 통해 시료 중의 총 플라보노이드 함량을 구하였다. 각 시료 당 실험은 3회씩 반복하여 측정하였고 그 결과를 평균값과 표준오차를 이용하여 나타내었다.

3) DPPH radical 및 ABTS radical 소거능 측정

몰로키아 분말 첨가 양갱의 에탄올 추출물의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능 측정은 Blois(1958)의 방법에 따라 실시하였다. 몰로키아 양갱 에탄올 추출물 0.1 mL와 0.2 mM DPPH 0.9 mL를 시험관에 넣고 잘 혼합하여 37℃에서 30분간 반응시켰다. 무첨가군은 시료를 제외하는 대신 에탄올을 넣어 반응시켰으며, ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 595 nm에서 흡광도 측정을 하였다.

2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-s

ulfonic acid(ABTS) radical 소거능 측정 방법인 Re et al.(1999)의 방법으로 측정하였다. 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM potassium persulfate 용액을 제조하고 동일한 비율로 혼합하여 24시간 동안 암소에서 반응시켜 ABTS radical 양이온($ABTS^+$)을 생성시켰다. 이를 통하여 얻어진 $ABTS^+$ 용액은 734 nm에서 0.7~1.0 ± 0.02의 흡광도가 나타날 수 있도록 에탄올로 희석하였다. 몰로키아 양갱 에탄올 추출물 0.1 mL와 희석된 $ABTS^+$ 용액 0.9 mL에 몰로키아 분말 에탄올 추출물 0.1 mL를 혼합한 다음 37℃에서 30분 동안 방치하여 반응시킨 후 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 734 nm에서 흡광도 측정을 하였다. 무첨가군은 시료 대신 에탄올을 넣어 반응시켜 준비하고 같은 방식으로 흡광도를 측정하였다.

4. 품질특성 측정

1) 수분 함량, pH 및 당도 측정

몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 수분 함량 측정은 105℃ 상압가열건조법을 사용하였고, pH의 측정은 pH meter를 이용하였으며, 당도의 측정은 굴절당도계(Rx-5000, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 실시하였다. 수분 함량, pH 및 당도는 각각 3회 반복하여 측정하여 평균치로 나타내었다.

2) 조직특성 측정

몰로키아 분말 첨가 양갱의 조직감 특성을 측정하기 위하여 양갱 시료를 가로, 세로, 높이 각각 1×1×1 cm의 크기로 잘라 Rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 mastication test, shear force, cutting test를 실시하고 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 깨짐성(fracturability) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 프로그램의 사용은 R.D.S(Rheology Data System) Ver 2.01을 이용하였다. Table speed는 110 mm/min, Graph interval은 20 mm/sec, Load cell (max)는 10 kg의 조건으로 하였다. 측정 결과는 처리구 하나 당 시료 5개를 택하여 각각 반복하여 5회 측정하여 평균치로 나타내었다.

3) 색도 측정

몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 색도는 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 색도는 L값과 ± a값 및 ± b값을 측정하였다. 표준 색판은 L값 89.39, a값 -0.13, b값 -0.09의 백색판을 사용하였다. 결과는 5회 반복 측정하여 평균치로 나타내었다.

7. 통계처리

본 실험에서 얻어진 모든 분석 결과는 SPSS Package 27.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 통계 분석하여 처리하였다. 실험군당 평균 ± 표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원배치 분산분석을 한 다음 사후 검정을 위하여 Duncan의 다중검정법을 이용하여 $p<0.05$ 수준에서 상호 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 몰로키아 양갱의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한

양갱의 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 총 폴리페놀 함량 측정 결과, 대조군은 132.54 ± 1.83 mg GAE/g으로 함량이 가장 낮았으며, 몰로키아 분말의 첨가 비율이 1, 3, 5, 7%로 증가할수록 총 폴리페놀 함량은 각각 149.25 ± 3.15, 168.81 ± 4.39, 189.76 ± 1.62, 193.84 ± 2.95 mg GAE/g로 증가하였으며, 5%첨가군과 7%첨가군 간에는 유의차가 없었다. 총 플라보노이드 함량 측정 결과도 대조군이 0.23 ± 0.16 mg QE/g으로 가장 낮았으며, 몰로키아 분말의 첨가 비율이 1, 3, 5, 7%로 증가할수록 양갱의 총 플라보노이드 함량은 각각 15.54 ± 0.94, 30.77 ± 0.41, 59.41 ± 1.10, 81.40 ± 1.34 mg QE/g의 값을 보여 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 본 연구와 유사하게 방풍나물(Ju & Kim 2015), 새싹보리(Kim & Yook 2002), 쑥(Choi & Lee 2013)의 분말을 첨가한 양갱의 경우도 부재료의 첨가량이 증가할수록 페놀성 물질이 증가하는 경향을 보였다. 본 연구 결과에는 제시하지 않았으나 본 연구에 사용된 몰로키아 분말 자체의 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 181.91 ± 1.16 mg GAE/g, 총 플라보노이드 함량은 23.91 ± 0.31 mg QE/g의 값을 보였다. Yoo & Lee(2021)은 몰로키아 분말 자체의 열수 추출물과 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 각각 396.44 TAE mg/100 g와 396.44 TAE mg/100 g이라고 보고하였으며, Jun et al.(2019)는 몰로키아 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 95 ± 5.1 mg GAE/g이라고 보고하였다. 이와같이 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 높은 몰로키아 분말을 양갱 제조에 사용하여 이들 항산화 물질이 양갱 함량에도 영향을 미친 것으로 보여진다. 이러한 결과는 몰로키아 분말을 양갱의 부재료로 활용하여 기능성이 향상된 식품으로의 개발에 좋은 영향을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

Table 2. Total polyphenol and flavonoid contents in *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder

	Total polyphenol (mg GAE[2)]/g)	Total flavonoid (mg QE[3)]/g)
M0[1)]	132.54 ± 1.83[4)a5)]	0.23 ± 0.16[a]
M1	149.25 ± 3.15[b]	15.54 ± 0.94[b]
M3	168.81 ± 4.39[c]	30.77 ± 0.41[c]
M5	189.76 ± 1.62[d]	59.41 ± 1.10[d]
M7	193.84 ± 2.95[d]	81.40 ± 1.34[e]
F - value	234.97***	3991.82***

[1)]All abbreviations are the same as in Table 1.
[2)]Gallic acid equivalent.
[3)]Quercetin equivalent.
[4)]All values are expressed as mean ± SE (n=3).
[5)]Values with different superscripts in the same column differ significantly among groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
***$p<0.001$

2. 몰로키아 양갱의 DPPH radical 및 ABTS radical 소거능

몰로키아 분말 첨가 비율을 달리하여 제조한 양갱 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능을 분석한 결과는 Table 3에 제시하였다. DPPH radical 소거 활성을 측정한 결과 대조군은 1.73 ± 0.91%이었으며, 몰로키아 분말의 첨가 비율이 1, 3, 5, 7%인 양갱의 DPPH radical 소거 활성은 각각 8.20 ± 0.94%, 10.29 ± 1.38%, 15.10 ± 0.57%, 16.10 ± 0.79%으로 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 DPPH radical 소거능도 유의하게 증가하는 경향을 보였다. ABTS radical 소거 활성을 측정한 결과는 대조군이 6.86 ± 0.91%로 조사되었고, 몰로키아 분말의 첨가 비율이 1, 3, 5, 7%인

Table 3. DPPH and ABTS radical scavenging activity of *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder

	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
M0[1)]	1.73 ± 0.91[2)a3)]	6.86 ± 0.91[a]
M1	8.20 ± 0.94[b]	16.76 ± 0.79[b]
M3	10.29 ± 1.38[b]	28.84 ± 1.75[c]
M5	15.10 ± 0.57[c]	40.39 ± 2.01[d]
M7	16.10 ± 0.79[c]	47.54 ± 1.78[e]
F - value	110.66***	354.85***

[1)]All abbreviations are the same as in Table 1.
[2)]All values are expressed as mean ± SE (n=3).
[3)]Values with different superscripts in the same column differ significantly among groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
***$p<0.001$

양갱의 ABTS radical 소거능도 각각 16.76 ± 0.79%, 28.84 ± 1.75%, 40.39 ± 2.01%, 47.54 ± 1.78%로 나타나 DPPH radical 소거능 측정 결과와 유사하여 ABTS radical 소거능 또한 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 증가하는 것으로 측정되었다. 이는 방풍나물(Ju & Kim 2015), 새싹보리(Kim & Yook 2002), 쑥(Choi & Lee 2013) 분말을 첨가한 양갱의 항산화능 측정 실험에서 부재료의 첨가량이 증가할수록 radical 소거능이 증가하였다는 결과와 유사하였다. 전자공여능은 페놀산 물질의 항산화 작용의 지표로 볼 수 있으며 높은 환원력은 높은 항산화 활성을 보인다고 할 수 있으므로 전자공여능의 증가는 항산화 효과가 크다는 것을 의미한다(Lee 2017). 또한 식물에 존재하는 플라보노이드는 *in vitro*상에서 강력한 항산화 효과가 있는 것으로 보고되었다(Vinson et al. 1995; Vinson et al. 1998). 몰로키아에 존재하는 페놀계 항산화 물질은 5-caffeoylquinic acid (chlorogenic acid), 3,5-dicaffeoylquinic acid, quercetin 3-galactoside, quercetin 3-glucoside, quercetin 3-(6-malonylglucoside), quercetin 3-(6-malonylgalactoside)로 알려져 있으며, 이들 성분이 항산화 활성에 관여하는 것으로 보고하였다(Azuma et al. 1999). 또한 Azuma et al.(1999)은 몰로키아에는 항산화 비타민도 풍부하여 비타민 C는 258 mg/100 g fresh weight, 비타민 E는 14 mg/100 g fresh weight 존재한다고 보고하였다. 본 연구 결과에는 제시하지 않았으나 몰로키아 분말 에탄올 추출물 자체의 DPPH radical 소거능과 ABTS radical 소거능의 IC_{50}값은 각각 1,045.15 μg/mL과 363.20 μg/mL이였다. 따라서 본 실험의 결과로 항산화 물질이 풍부한 몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 전자공여능 증가는 항산화 활성이 증가된 것으로 볼 수 있다고 사료된다.

3. 몰로키아 양갱의 수분 함량, 당도 및 pH

몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한 양갱의 수분 함량, pH 및 당도를 분석한 결과는 Table 4에 제시하였다. 몰로키아 양갱의 수분 함량은 48.07 ± 1.21~49.52 ± 0.45%으로 몰로키아 분말을 첨가한 실험군과 대조군 간의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 반면 쑥(Choi & Lee 2013), 질경이(Cho et al. 2016), 미나리(Oh 2015) 분말을 첨가한 양갱의 수분 함량은 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 수분의 함량이 감소하는 경향을 보였으나, 녹차 분말(Choi et al. 2010)을 첨가한 양갱은 부재료가 증가할수록 수분 함량이 높게 나타났다고 보고하였다.

몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한 양갱의 pH는 대조군이 6.58 ± 0.02로 가장 높게 나타났으며, 몰로키아 분말 1% 첨가군은 6.51 ±

Table 4. Moisture content, pH, and °Brix of *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder

	Moisture content(%)	pH	° Brix
M0[1)]	48.07 ± 1.08[2)NS3)]	6.58 ± 0.02[a4)]	4.10 ± 0.10[a]
M1	48.07 ± 1.21	6.51 ± 0.04[b]	3.97 ± 0.06[ab]
M3	48.09 ± 1.35	6.44 ± 0.01[c]	3.87 ± 0.12[b]
M5	49.52 ± 0.45	6.40 ± 0.02[cd]	3.87 ± 0.06[b]
M7	49.27 ± 0.24	6.36 ± 0.02[d]	3.80 ± 0.10[b]
F - value	1.092	3.721*	5.125*

[1)]All abbreviations are the same as in Table 1.
[2)]All values are expressed as mean ± SE (n=3).
[3)]NS: not significantly different among groups.
[4)]Values with different superscripts in the same row differ significantly among groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
*$p<0.05$

0.04, 3% 첨가군은 6.44 ± 0.01, 5% 첨가군은 6.40 ± 0.02, 7% 첨가군은 6.36 ± 0.02로 몰로키아 분말 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다. 본 연구에서 제시하지 않았지만 본 연구에 사용한 백앙금의 pH는 6.83 ± 0.07이고, 몰로키아 분말의 pH는 6.21 ± 0.09으로 몰로키아 분말이 백암금에 비하여 낮았다. 따라서 몰로키아 양갱 제조 시 몰로키아 분말의 첨가 비율이 높아질수록 양갱의 pH가 낮아지는 결과를 나타낸 것으로 판단된다. 유기산 함량이 높은 구절초(Lee 2017), 질경이(Cho et al. 2016), 미나리(Oh 2015), 홍삼(Ku & Choi 2009)을 첨가한 양갱의 연구에서도 이들 부재료의 분말 첨가량이 증가함에 따라 pH가 낮아졌다는 결과와도 유사한 경향을 보였다.

몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한 양갱의 당도는 대조군이 4.10 ± 0.10 °Brix로 가장 높게 나타났으며, 몰로키아 분말 첨가군의 당도는 대조군에 비하여 유의하게 낮았다. 이는 구절초(Lee 2017), 미나리(Oh 2015), 녹차(Choi et al. 2010) 분말을 첨가한 양갱이 첨가 재료의 양이 증가함에 따라 양갱의 당도는 감소하는 경향을 보였던 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 이러한 결과는 몰로키아 분말에 비하여 백앙금의 당도가 높기 때문이라 보여지며, 첨가물의 당 함량에 따라 양갱의 당도에도 영향을 미치는 것으로 보여진다.

4. 몰로키아 양갱의 조직특성

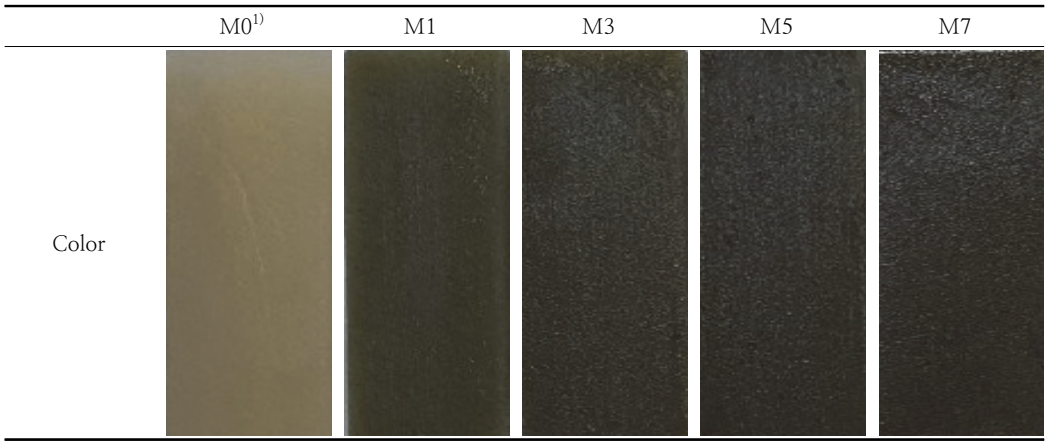
몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한 양갱의 조직특성을 측정한 결과는 Table 5에 제시하였다. 몰로키아 분말의 첨가 비율을 1, 3, 5, 7%로 하였을 때 양갱의 경도는 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 증가하는 것으로 측정되었으며, 대조군과 1% 첨가군 간에는 유의한 차이가 없었으나, 대조군과 3, 5. 7% 첨가군간에는 유의한 차이를 보였다. 이는 쑥(Choi & Lee 2013), 미나리(Oh 2015), 명월초(Lee 2022) 가루 첨가 양갱에서도 부재료의 첨가가 증가할수록 경도가 증가하였다는 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 부재료의 첨가량이 증가할수록 유기산 함량이 증가하여 pH가 낮아지게 되면 양갱의 주재료인 전분 겔의 견고성이 높아지고 겔이 함유하고 있는 수분의 분리가 나타나면서 경도가 증가한다고 보고한 연구(Kim et al. 2012)와 같이 몰로키아 분

말 첨가로 인해 감소한 pH가 양갱의 경도에도 영향을 준 것으로 사료된다. 부착성을 측정한 결과 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 부착성은 유의적으로 감소하는 것으로 측정되었다. 탄력성 측정 결과는 대조군은 56.17 ± 2.61% 가장 높은 값을 보였고, 몰로키아 분말 1, 3, 5, 7% 첨가군은 각각 53.59 ± 3.62, 44.49 ± 2.63, 44.86 ± 1.67, 21.32 ± 2.15% 값을 보여 몰로키아 분말 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 탄력성은 유의하게 감소하는 경향을 보였다. 이는 몰로키아 분말의 첨가량이 증가할수록 경도가 높아지면서 반대로 탄력성은 낮아진 것으로 보여진다. 응집성을 측정한 결과, 대조군은 15.35 ± 1.52%의 값을 보였고, 몰로키아 분말 1, 3, 5, 7% 첨가군은 각각 15.06 ± 2.27, 21.90 ± 5.35, 22.54 ± 1.41, 39.62 ± 4.54%의 값을 보여 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 응집성도 증가하는 경향을 보였으며, 대조군과 1% 첨가군 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 3, 5, 7% 첨가한 양갱과는 유의한 차이를 보였다. 깨짐성 측정 결과는 대조군이 769.46 ± 49.02 g의 값을 보였고, 몰로키아 분말의 첨가 비율을 1, 3, 5, 7%로 하였을 때 양갱의 깨짐성은 순서대로 921.53 ± 43.40, 1,053.58 ± 98.11, 1,741.71 ± 146.84, 6,686.51 ± 279.71 g의 값을 보여 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 깨짐성도 증가하는 것으로 측정되었다. 특히 몰로키아 분말의 첨가 비율이 7%인 양갱은 대조군 및 다른 첨가군들에 비해 깨짐성이 큰 폭으로 증가하는 모습을 보였다. 이런 이유로 깨짐성을 고려하여 몰로키아 양갱을 제작하려면 몰로키아 분말의 첨가 비율은 7% 미만으로 정하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 씹힘성을 측정한 결과 대조군은 33.51 ± 6.36 g의 값을 보였고 몰로키아 분말의 첨가 비율을 1, 3, 5, 7%로 하였을 때 양갱의 씹힘성은 순서대로 57.00 ± 5.87, 79.76 ± 6.93, 90.68

Table 5. Texture analysis of *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder

Texture parameters	M0[1)]	M1	M3	M5	M7	F - value
Hardness (g/cm^2)	279.69 ± 21.18[2)a3)]	288.02 ± 17.52[a]	352.38 ± 30.28[b]	378.78 ± 29.10[b]	441.64 ± 20.00[c]	38.538***
Adhesiveness (g)	−26.99 ± 4.30[a]	−36.43 ± 7.11[a]	−57.46 ± 7.23[b]	−69.53 ± 4.47[c]	−80.20 ± 7.38[d]	63.151***
Springiness (%)	56.17 ± 2.61[a]	53.59 ± 3.62[a]	44.49 ± 2.63[b]	44.86 ± 1.67[b]	21.32 ± 2.15[c]	137.861***
Cohesiveness (%)	15.35 ± 1.52[a]	15.06 ± 2.27[a]	21.90 ± 5.35[b]	22.54 ± 1.41[b]	39.62 ± 4.54[c]	42.550***
Fracturability (g)	769.46 ± 49.02[a]	921.53 ± 43.40[ab]	1,053.58 ± 98.11[b]	1,741.71 ± 146.84[c]	6,686.51 ± 279.71[d]	1,392.100***
Chewiness (g)	33.51 ± 6.36[a]	57.00 ± 5.87[b]	79.76 ± 6.93[c]	90.68 ± 9.52[c]	142.76 ± 22.89[d]	57.114***

[1)]All abbreviations are the same as in Table 1.
[2)]All values are expressed as mean ± SE (n=5).
[3)]Values with different superscripts in the same row differ significantly among groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
***$p<0.001$



[1)]All abbreviations are the same as in Table 1.

Fig. 2. Differences in the color of *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder.

± 9.52, 142.76 ± 22.89 g의 값을 보여 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 씹힘성도 유의적으로 증가하는 것으로 측정되었다. 이런 결과는 쑥(Choi & Lee 2013), 명월초(Lee 2022) 분말을 첨가한 양갱의 조직감 분석에서 경도, 응집성, 씹힘성은 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다는 연구 결과와 본 연구 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 반면 쑥 분말 첨가 양갱(Choi & Lee 2013)은 분말 첨가량이 증가함에 따라 부착성이 증가하는 경향 경향을 보였으며, 명월초 분말 첨가 양갱(Lee 2022)은 명월초 분말 첨가량이 증가함에 따라 탄력성이 증가하는 경향을 보여 본 연구의 결과와는 차이가 있었다.

5. 몰로키아 양갱의 외관 관찰 및 색도

몰로키아 분말의 첨가 비율을 달리하여 제조한 몰로키아 양갱의 외관 관찰 및 색도를 측정한 결과는 Fig. 2와 Table 6에 제시하였다. 몰로키아

Table 6. Colorimetric characteristic of *Yanggaeng* prepared with the addition of different amounts of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.) powder

	L*	a	b
M0[1)]	50.43 ± 1.19[2)a3)]	−1.11 ± 0.08[e]	3.81 ± 0.18[a]
M1	30.72 ± 0.15[b]	−1.49 ± 0.08[d]	3.97 ± 0.31[a]
M3	27.31 ± 0.87[c]	−0.31 ± 0.03[c]	7.42 ± 0.15[b]
M5	22.07 ± 0.14[d]	0.81 ± 0.03[b]	8.91 ± 0.08[c]
M7	19.18 ± 0.30[e]	1.51 ± 0.31[a]	9.58 ± 0.19[d]
F - value	991.354***	221.631***	576.309***

[1)]All abbreviations are the same as in Table 1.
[2)]All values are expressed as mean ± SE (n=5).
[3)]Values with different superscripts in the same column differ significantly among groups at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.
*L: lightness; a: redness; b: yellowness.
***$p<0.001$

양갱의 외관 관찰 결과는 Fig. 2와 같이 첨가량이 증가할수록 녹색이 짙어 짐을 알 수 있었다. 색도 측정 결과는 명도를 나타내는 L(lightness)값은 대조군인 무첨가군이 50.43 ± 1.19로 가장 높게 측정되었고, 첨가 비율이 1, 3, 5, 7%로 증가함에 따라 L값은 각각 30.72 ± 0.15, 27.31 ± 0.87, 22.07 ± 0.14, 19.18 ± 0.30으로 측정되어 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a(redness)값의 경우는 몰로키아 분말 첨가 비율이 증가할수록 a값도 유의적으로 증가하여 순서대로 -1.11 ± 0.08, -1.49 ± 0.08, -0.31 ± 0.03, 0.81 ± 0.03, 1.51 ± 0.31의 값을 보였다. 황색도를 나타내는 b(yellowness)값은 대조군이 3.81 ± 0.18의 값으로 가장 낮았으며, 대조군과 1% 첨가군사이에는 유의한 차이는 없었으나, 3, 5, 7% 첨가군은 각각 7.42 ± 0.15, 8.91 ± 0.08, 9.58 ± 0.19로 나타나 몰로키아 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과 몰로키아 양갱은 몰로키아 분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하였으나, a값과 b값은 증가하였다. 본 연구 결과에는 제시하지 않았지만 몰로키아 분말 자체의 L값, a값 및 b값은 각각 29.06 ± 0.07, -2.89 ± 0.03 및 14.25 ± 0.06로 나타났다. 이러한 결과는 몰로키아 분말 첨가 식빵(Kim et al. 2015b), 미나리(Oh 2015) 구절초(Lee 2017), 명월초(Lee 2022) 분말 첨가 양갱의 L값과 a값의 색도 변화와 유사한 결과를 보였으나, b값에 대한 변화는 상반된 결과를 보였다.

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구에서는 기능성 물질을 다량 함유한 몰로키아 분말을 첨가하여 양갱을 제조하고, 제조된 몰로키아 양갱의 항산화 효과와 품질특성을 측정하여 기능성 식재료로서의 활용 가능성을 살펴보고자 실시하였다. 양갱은 백앙금 양 대비 몰로키아 분말의 첨가 비율을 0, 1, 3, 5, 7%로 하여 제조하였다. 몰로키아 양갱 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량은 몰로키아 분말 첨가 비율이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 몰로키아 양갱 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능도 대조군이 가장 낮은 값을 보였으며, 몰로키아 분말의 첨가 비율이 증가함에 따라 두 소거능 모두 증가하는 경향을 보였다. 몰로키아 양갱의 품질특성 중 수분 함량 측정 결과는 무첨가군인 대조군과 첨가군 사이에 통계적인 유의성은 보이지 않았다. pH는 대조군이 가장 높았고, 몰로키아 분말 첨가 비율이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 당도는 대조군에 비하여 몰로키아 첨가군이 낮은 것으로 나타났다. 몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 조직감 측정 결과에서는 분말의 첨가 비율이 증가할수록 경도, 응집성, 깨짐성 및 씹힘성은 증가하는 경향을 보였으나, 부착성과 탄력성은 감소하는 경향을 나타냈다. 몰로키아 분말을 첨가한 양갱의 색도 측정 결과에서는 첨가량이 증가할수록 L값은 유의적으로 낮아져 어두웠으며, a값은 1% 첨가군을 제외한 군에서는 높아지는 경향을, b값은 대조군을 제외한 첨가군 사이에서는 낮아지는 경향을 보였다. 이상의 연구 결과, 몰로키아 분말을 첨가하여 제조한 양갱은 제조하는 과정에서 항산화 물질이 안정적으로 유지되어 높은 항산화활성을 나타내었으며, 첨가 비율 7%를 제외하고는 품질특성도 우수하였다.

References

Abdel-Razek MAM, Abdelwahab MF, Abdelmohsen UR, Hamed ANE(2022) Pharmacological and phytochemical biodiversity of *Corchorus*

olitorius. RSC Adv 12(54), 35103-35114. doi:10.1039/d2ra07406k

Ahmed F(2021) Nutraceutical potential of Molokhia (*Corchorus olitorius* L.): a versatile green leafy vegetable. Pharmacognosy Res 13(1), 1-12. doi:10.4103/pr.pr_100_20

Azuma K, Nakayama M, Koshioka M, Ippoushi K, Yamaguchi Y, Kohata K, Yamauchi Y, Ito H, Higashio H(1999) Phenolic antioxidant from the leaves of *Corchorus olitorius* L. J Agric Food Chem 47(1), 3963-3966. doi:10.1021/jf990347p

Blois MS(1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181(9), 1199-1200

Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh S(2002) Standard food analysis. Paju: Jigu-Moonwha Sa, Korea. pp381-382

Cho IS, Moon JH, Hong KW, Park IS(2016) Quality characteristics of *Yanggaeng* according to the addition of plantain(*Plantago asiatica* L.) powder. Culin Sci Hos Res 22(8), 226-234. doi:10.20878/cshr.2016.22.8.226

Choi EJ, Kim SI, Kim SH(2010) Quality characteristics of Yanggaeng by the addition of green tea powder. J East Asian Soc Diet Life 20(3), 415-422. doi:10.7318//KJFC/2013.28.5.488

Choi IK, Lee JH(2013) Quality characteristics of *Yanggaeng* incorporated with mugwort powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(2), 313-317

Choi YS(2021) Quality characteristics of Baeksulgi added with molokhia(*Corchorus olitorius* L.) powder. Culin Sci Hos Res 27(4), 147-155

El-Mahdy AR, Sebaiy LA(1984) Preliminary studies on the mucilage extracted from okara fruits, taro tubers, jew's mellow leaves and fenugreek seeds. Food Chem 14(4), 237-249. doi:10.1016/0308-8146(84)90079-7

Farag RS, El-Khwas HAM, Mohamed MS(1998) Distribution of carotenoids in some fresh and boiled foods. Adv Food Sci 20(1), 1-6

Folin O, Denis W(1912) On phosphotungastic phosphomolybdic compounds as color regents. J Biol Chem 12(2), 239-243

Han JS, Yoo EH(2009) Growth and development characteristics of Molokhia(*Corchorus olitorius* L.), a subtropical leafy vegetable. Korean J Hortic Sci Technol 27(1), 49-54

Hong SS, Jung EK, Kim AJ(2013) Quality characteristics of *Yanggaeng* supplemented with *Sanghwang* mushroom(*Phellinus linteus*) mycelia. J Korean Diet Assoc 19(3), 253- 264

Hwangbo MH, Kim HJ, Jeong YJ, Jeon SK, Park SK, Lee IS(2009b) Effects of *Corchorus olitorius* powder on the quality characteristics of emulsion-type sausage. Korean J Food Cook Sci 25(4), 445-451

Hwangbo MH, Kim HJ, Lee IS, Chung TH, Kim IK, Shin HM(2009a) Protective effect of *Vasopurus* on atherosclerosis induced by dietary cholesterol in LDL mice. Korean J Herboogyl 24(4), 49-53. doi:106116/kjh.2009.24.4.049

Jeong E, Lee JJ, Maeng DS, Lee HJ(2020) Antioxidant activity and quality characteristics of *Yanggaeng* supplemented with ripe *Daebong* persimmon powder. Korean J Community Living Sci 31(1), 25-36. doi:10.7856/kjcls.2020.31.1.25

Jhee OH(2016) Quality characteristics of the *Yanggaeng* made by chestnut powder. Culin Sci Hos Res 22(8), 182-191. doi:10.20878/cshr.2016.22.8.016

Ju OJ, Kim IJ(2015) Correlation of Korean elderly dental health capacity and preferred foods. J Den Hyg Sci 15(6), 712-720. doi:10.17135/jdhs.2015.15.6.712

Jun YJ, Lee SH, Jin BS(2019) Functional characterization of the extracts from nipa palm, molokhia, and finger root for cosmetic ingredients. J Korean Appl Sci Technol 36(3), 821-829. doi:10.12925/jkocs2019.36.3.821

Jung CH, Choi IW, Kim AR, Seong HM(2003) Effect of Molokhia(*Corchorus olitorius*) and its mucilage on cholesterol metabolism in high cholesterol fed rats. Korean J Food Sci Technol 35(3), 379-385

Jung CH, Choi IW, Kim HM, Seog HM(2002) Physicochemical properties of mucilage from domestic *Molokhia*(*Corchorus olitorius*). Korean J Food Sci Technol 34(5), 757-761

Kim AJ, Han MR, Lee SJ(2012) Antioxidant capacity and quality characteristics of *Yanggaeng* using fermented red ginseng for elderly. Korean J Food Nutr 25(1), 83-89

Kim HA, Lee KH(2012) Quality characteristics of *Yanggeng* made with various sweeteners. J

East Asian Soc Diet Life 22(6), 818-825
Kim HE, Lim JA, Lee JH(2015a) Quality characteristics and antioxidant properties of *Yanggaeng* supplemented with *Hallabong* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(12), 1918-1922
Kim HJ, Lee SG, Lee SP, Lee IS(2011) Cholesterol improvement effects of fermented defatted soybean grits added to *Corchorus olitorius*. Korean J Food Sci Technol 43(3), 375-380. doi:10.9721/KJFST.2011.43.3.375
Kim HS, Kim YH, Kim AG(2015b) The manufacturing and biological activity evaluation of wheat and barley mixture bread prepared with Molokhia powder. Korean J Food Nutr 25(4), 676-684. doi:10.7977/ksfan.2015.28.4.676
Kim SY, Choi SW, Kim YS, Jeon SG(2013) Production, marketing and domestic foreigners' consumption patterns of subtropical vegetables. Korean J Food Mark Eco 30(3), 29-54
Kim YH, Yook HS(2002) Quality characteristics and antioxidant activity of *Yanggaeng m*ade with barley sprout powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 51(11), 1178-1184. doi:10.3746/jkfn.2022.51.11.1178
Ku SK, Choi HY(2009) Antioxidant activity and quality characteristics of red ginseng sweet jelly(*Yanggaeng*). Korean J Food Cook Sci 25(2), 219-226
Lee JA(2017) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with *Chrysanthemum zawadskii* powder. Culin Sci Hos Res 23(2), 117-125. doi:10.20878/cshr.2017.23.2.012
Lee KI, Kim SM(2009) Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(3), 267-273. doi:10.3746/jkfn.2009.38.3.267
Lee SH, Hong EJ, Cho YJ(2015) Quality characteristics of *Yanggaeng* with *Momordica charantia* powder. Korean J Food Preserv 22(3), 335-344. doi:11002/kjfp.2015.22.3.335
Lee WG(2022) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with *Gynura procumbens* powder. Culin Sci Hos Res 28(6), 25-33
Lee WH, Yoo SS, Hong KW(2018) Quality characteristics of *Yanggaeng* with *Peucedanum japonicum* powder. Culin Sci Hos Res 24(1), 114-121
Moon JH, Park KB, Hong KW, Kang BN(2016) Quality and antioxidant properties of the jelly according to different addition ratios of Indian spinach fruit juice solution. Culin Sci Hos Res 22(5), 95-105
O HB, Song KY, Zhang YY, Jung KY, Kim YS(2017) Effect of Chia(*Salvia hispanica* L.) seeds on quality properties of *Yanggang*. Korean J Food Nutr 30(2), 236-242. doi:10.9799/ksfan.2017.30.2.236
Oh KC(2015) Quality characteristics of dropwort powder added *Yanggaeng*. Culin Sci Hos Res 21(6), 291-302
Oshodi AA(1992) Comparison of protein, minerals and vitamin C contents of some dried leafy vegetables. PJSIR 35(7), 267-269
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(5), 729-734. doi:10.3746/jkfn.2014.43.5.729
Park SH, Hyun JS, Park SJ, Han JH(2004) Characteristics of *Yanggaeng* with lotus root and omija. Korean J Orientental Physiol Pathol 18(5), 1437-1442
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(9-10), 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5849(98)00315-3
Seo YJ, Jung BO, Chung SJ(2017) Quality characteristics and antioxidant activities of rhubarb *Yanggaeng* containing chitooligosaccharide. J Chitin Chitosan 22(3), 171-177
Uhm MJ, Kwon SH, Kim HJ, Song YJ(2015) Influences of seeding dates and pinching height on tender shoot productivity of Moloheiya(*Corchorus olitorius* L.). Protected Hort Plant Fac 24(3), 196- 201. doi:10.12791/KSBEC.2015.24.3.196
Vinson JA, Dabbagh YA, Serry MM, Jang J(1995) Plant flavonoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. J Agric Food Chem 43(11), 2800-2802. doi:10.1021/jf00059a005
Vinson JA, Hao Y, Su X, Zubik L(1998) Phenol

antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. J Agric Food Chem 46(9), 3630-3634. doi:10.1021/jf980295o

Yoo DH, Lee IC(2021) Study on the physiological activity of *Corchorus olitorius* L. J Korea Soc Beauty Art 22(2), 275-289. doi:10.18693/jksba.2021.22.2.275