

## 쌀눈 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성

†엄현주 · 강혜정\* · 권누리\* · 윤향식 · 김인재\*\* · 김영호\*\* · 송용섭\*\*\*

충청북도농업기술원 지방농업연구소, \*충청북도농업기술원 연구원,  
\*\*충청북도농업기술원 지방농업연구소, \*\*\*충청북도농업기술원 농촌지도관

### Quality Characterization of *Yanggaeng* with Rice Germ Powder

†Hyun-Ju Eom, Hye Jeong Kang\*, Nu Ri Kwon\*, Hyang-Sik Yoon,  
In Jae Kim\*\*, Youngho Kim\*\* and Yong-sup Song\*\*\*

Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

\*Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

\*\*Senior Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

\*\*\*Senior Extension Specialist, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

### Abstract

This study examined the quality characteristics of *yanggaeng* with rice germ; it was incorporated into *yanggaeng* at different levels (containing 5% rice germ, 10% rice germ, 15% rice germ, and 20% rice germ) based on the total weight of red bean extracts. For analyzing the quality characteristics of *yanggaeng*, moisture content, hardness, color, antioxidant activity, total polyphenol content, reducing sugar, and vitamin E were determined. There was no significant difference in the moisture content and hardness except in the control. For color, lightness and yellowness of *yanggaeng* increased as the concentration of the powder was increased, whereas there was no significant difference in redness. As the rice germ powder was increased, total polyphenol content and antioxidant activity increased significantly, whereas reducing sugar decreased. Especially, total vitamin E, including isomers, increased as the concentration of the powder increased from 0.41 mg/100 g to 4.03 mg/100 g. Therefore, it could be possible to develop processed products with functional snack for *yanggaeng* prepared by adding 10% rice germ.

Key words: quality characterization, *yanggaeng*, rice germ

### 서 론

쌀은 벼의 왕겨와 겨층을 벗겨 먹을 수 있게 가공한 것으로, 옥수수, 밀과 함께 세계적으로 중요한 농산물이다(Lee YR 2018; Wu 등 2018). 현미에서 겨층을 제거하고 백미를 만드는 도정과정을 정미라고 하는데, 도정 정도에 따라서 정백미, 7분도미, 5분도미 등으로 구분되며 이때 쌀 영양의 대부분을 차지하는 쌀눈(배아)이 대부분 제거된다(Choi 등 2000). 쌀눈에는 20% 양질의 단백질을 함유하고 있으며, 21.6% 이상의 지방과 그 외에도 비타민 A, B1, E, 가바(GABA), 식이섬유, 미네랄, 칼슘 등이 풍부하게 함유되어 있을 뿐만 아니라 쌀눈의

기름에는 비타민 E( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -tocopherol 및  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -tocotrienol), 옥타코사놀(octacosanol), 파이토스테롤(phytosterol), 감마오리지놀( $\gamma$ -oryzanol), 베타시토스테롤( $\beta$ -sitosterol) 등의 유용한 영양성분이 약 66% 정도 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Ko 등 2003; Lee 등 2003). 특히, 쌀눈과 같은 식물성 오일에 많이 함유하는 비타민 E는 세포막의 불포화지방산 사이에 존재하면서 지방산의 과산화 작용이 진행되는 것을 막아 세포 노화를 막고 세포막을 유지하는 항산화 작용을 한다(Park 등 2016). 그뿐만 아니라, 항염증, 혈소판 응집 억제 및 면역강화 활성으로 천식, 알레르기 및 당뇨병에도 효과적이며 그 외에도 다양한 질병 합병증의 예방 및 회복에 매우 효과적

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5692, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

인 것으로 알려져 있다(Rizvi 등 2014). 그러나, 비타민 E는 산소, 빛, 기름 및 금속에 의해 파괴되므로, 비타민 E의 함량이 높은 식품을 제조하는데 어려움이 있다.

한편, 양갱은 우리나라 전통 에너지 강화식품으로 팥앙금, 한천 등을 넣고 가열, 농축시킨 후 성형시켜 만드는 것으로 (Choi 등 2010) 적당하게 섭취하면 포만감을 주며, 빠른 시간 안에 고칼로리의 영양이 필요한 운동선수를 위한 에너지식품으로, 저작활동이 불편한 노년층을 위한 고령친화식으로, 남녀노소 모두 좋아하는 간식으로 그 사용범위가 넓다(Yoon 등 2018). 최근에는 기능성 물질을 첨가하여 양갱을 제조하는 시도가 진행되고 있는데, 여주 (Lee 등 2015), 마늘 농축액 (Jeong 등 2017), 인삼 페이스트(Lee 등 2017) 및 단호박(Lee SH 2019) 등의 특용작물을 첨가한 양갱과 블루베리 분말 (Han & Chung 2013), 포도즙(Park 등 2014a), 아사이베리 분말 (Choi SH 2015) 및 대추즙(Yoon 등 2018) 등 과실을 첨가한 양갱 등의 연구가 보고되고 있지만, 영양학적으로 우수한 쌀 가공 부산물인 쌀눈을 첨가하여 양갱을 제조한 사례는 없다.

따라서 본 연구에서는 최근 소비자들이 건강기능성을 강화한 식품을 선호하는 추세에 맞추어 다량의 기능성 성분을 함유한 쌀눈을 첨가하여 양갱을 제조하였고, 아울러 최적 조건에서 제조된 쌀눈 양갱의 비타민 E를 비롯한 생리활성 물질 함량을 조사하여 쌀눈 양갱의 기능성 간식으로서의 가능성을 알아보하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료 및 양갱 제조

본 연구에 사용한 쌀눈은 청원생명쌀조합공동사업법인 (Cheongju, Korea)에서 2020년도에 쌀 도정 중 생성되는 미강과 쌀눈 등 부산물 중 쌀눈만을 순수 분리하여 제공받아 사용하였다. 양갱제조 용 다른 재료는 팥앙금(Daedoo Food, Gunsan, Korea), 한천분말(Myong Shin-Agar, Yangsan, Korea)과 설탕(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 소금(Daesang, Seoul, Korea)을 사용하

였다. 비타민 E분석을 위한 8개 이성체는 Merck Co.(Darmstadt, Germany)에서 구입하였으며, *n*-hexane, isopropanol, ethyl acetate는 HPLC 등급으로 Burdick & Jackson Co.(Muskegon, MI, USA) 제품, 기타 생리활성분석을 위해 특급시약을 사용하였다.

### 2. 양갱 및 추출물 제조

쌀눈을 첨가한 양갱은 Table 1과 같은 배합비로 Yoon 등 (2018)의 방법을 참고하여 제조하였다. 대조구의 경우 쌀눈을 첨가하지 않은 것으로 제조하였고, 실험구는 쌀눈의 비율을 달리하여 제조하였다. 먼저, 생 쌀눈은 100°C에서 5분간 볶고, 식힌 후 가정용 믹서기(Hi-P Poland Sp.z.o.o., Wroclaw, Poland)로 분쇄한 분말을 400 um 체를 이용하여 빠져나온 분말만 사용하였다. 양갱의 제조는 분량의 물에 한천을 넣고 10분간 불려준 후, 설탕과 소금이 잘 섞이도록 약 5분간 끓여 주었다. 나머지 팥앙금과 쌀눈을 넣고 앙금이 멎치지 않도록 잘 풀어준 후 약한 불에서 다시 10분 동안 가열하였다. 제조된 양갱을 틀에 넣고 실온에서 방치하면서 식히고 수분이 증발되지 않도록 뚜껑을 닫아 냉장조건에서 4시간 동안 굳힌 다음 실험에 사용하였다. 일부 실험 중 총 폴리페놀 함량과 항산화활성을 실험하기 위해서 추출물을 준비하였으며, 시료 50 g에 증류수를 넣어 100 mL로 정용한 후, 300 rpm, 3시간 동안 진탕 추출하였고, 8,000 rpm에서 20분간 원심분리 (Hanil Science Industrial Co., Ltd, Korea) 및 감압여과 (Adventec No.2, Tokyo, Japan) 후 일부 실험에 사용하였고, 모든 분석법에 대하여 3 반복 측정하였다.

### 3. pH, 수분함량, 조직감 및 환원당 측정

쌀눈을 첨가한 양갱의 pH는 추출시료 10 mL를 취하여 pH meter(Sartorius, Goettingen, Germany)로 측정하였다. 수분은 AOAC분석법(1984)에 따라 상압 가열 건조법을 사용하여 측정하였다. 양갱의 경도(hardness)는 Texture Analyser(TA.XT2i, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)를 사용하였으며, 양갱의 중앙 부위를 20×20×20 mm의 사이즈로 잘라 직경이 35

Table 1. Formula for yanggaeng with different levels of rice germ powder

(g)

Samples	RG0 <sup>1)</sup>	RG5	RG10	RG15	RG20
Red bean paste	300	285	270	255	240
Water	300	300	300	300	300
Rice germs	0	15	30	45	60
Sugar	90	90	90	90	90
Salt	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Agar	10	10	10	10	10

<sup>1)</sup> Yanggaeng with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% (w/w) rice germ powder based on the total weight of red bean extracts.

mm인 cylindrical probe를 이용하였으며, 조건은 최대하중 5 kg으로 하고, test speed는 1 mm/sec, 측정 시료 높이는 10 mm, 압착율은 50%로 하였으며, 모든 측정조건은 10회 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다.

쌀눈을 첨가한 양갱의 환원당 측정은 dinitrosalicylic acid(DNS)법을 변형하여 사용하였다(Luchsinger & Crnesky 1962). 희석한 시료 200  $\mu$ L와 DNS 용액 400  $\mu$ L를 첨가 후 vortex 하였다. 이 시료를 원심분리 한 뒤 5분간 끓는 물에 증탕한 후 증류수 1 mL를 첨가하였다. 다시 혼합 후 원심분리하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 미리 측정된 glucose (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) standard curve를 이용하여 환원당 함량(%)을 계산하였다.

#### 4. 총 폴리페놀 함량 측정

쌀눈을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법에 따라 측정하였다(Jang 등 2012). 추출물 50  $\mu$ L에 2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1 mL를 혼합하여 3분 방치하고, 1N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich) 50  $\mu$ L를 혼합하여 1시간 반응시킨 후 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였고, mg gallic acid equivalent (GAE)/g(dry basis)로 나타내었다.

#### 5. 항산화 활성

쌀눈을 첨가한 양갱의 자유라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능 및 ABTS 라디칼 소거능으로 측정하였다. 먼저, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능은 0.4 mM DPPH(Sigma-Aldrich) 용액을 흡광도 값이 1.3~1.4가 되도록 희석한 후 추출물 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다(Choi 등 2003).

2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) 라디칼 소거능은 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수( $\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ )를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료추출물 50  $\mu$ L를 가하여 30분간 반응시켜 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼의 소거능은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다(Re 등 1999).

#### 6. 검화방법(Saponification)을 이용한 비타민 E 추출 및 분석

비타민 E의 분석은 검화방법으로 추출 후 HPLC를 이용하

여 측정하였다(Park 등 2016). 검화는 용기에 시료를 약 1 g 취하여 6% pyrogallol을 포함한 에탄올 20 mL를 가한 후 5분간 sonication 시키고 60% KOH를 8 mL 첨가하여 1분간 질소가스로 충전하였다. 용기에 냉각관을 연결 후 70°C shaking water bath(BS-21, Lab Companion, Jeiotech, Daejeon, Korea)에서 125 rpm으로 50분간 검화 시킨 후 충분히 냉각하였다. 이후 추출관에 2% NaCl 용액 30 mL를 첨가하였고, 0.01% butylated hydroxytoluene(BHT)이 포함된 추출용매(*n*-hexane: ethyl acetate=85:15, v/v) 20 mL를 첨가하여 혼합한 후 층분리가 되었을 때 상층액을 취하고, 3회 반복 추출하여 상층액을 회수하였다. 상층액은 무수  $\text{MgSO}_4$ 가 포함된 여과지를 통과하여 수분을 제거한 후 50 mL로 정용하였다. 정용한 추출액에서 2 mL를 취하여 질소가스로 용매를 제거한 후 *n*-hexane 1 mL를 가하여 재용해한 다음 0.45  $\mu$ m PTFE syringe filter (Whatman, Clifton, NJ, USA)로 여과하여 HPLC 분석 시료로 사용하였다. 비타민 E 분석에 이용된 HPLC는 solvent delivery pump(Agilent 1100 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)와 형광검출기(1260 Infinity, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였으며, 분석 컬럼은 Merck로부터 LiChrosorb Diol 100 column(5 $\times$ 125 mm, 5  $\mu$ m, Varian, CA, USA)을 사용하였다. 컬럼 온도는 25°C로 유지하였고 형광검출기의 파장은 excitation 290 nm, emission 320 nm를 이용하였다. 이동상으로는 1.1% isopropanol이 포함된 *n*-hexane을 사용하였고, 유속은 1.0 mL/min 및 시료 주입량은 20  $\mu$ L였다.

#### 7. 통계처리

조직감의 경우 10번을 반복하였고, 그 외 모든 시험은 3반복 진행하였으며 결과는 평균 $\pm$ 표준편차(standard deviation, SD)로 나타내었다. 통계 처리는 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS INC, Chicago, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 쌀눈 양갱의 pH, 수분함량, 경도 및 환원당

쌀눈을 첨가한 양갱의 pH, 수분함량, 경도 및 환원당의 결과는 Table 2와 같다. 먼저 pH의 경우, 쌀눈이 첨가되지 않은 대조구의 경우 6.57이었고, 쌀눈을 첨가할수록 낮아져, 팔앙금의 20% 쌀눈을 첨가한 RG20 실험구는 6.11로 쌀눈을 첨가할수록 유의적으로 낮아지는 경향성을 보였으며( $p < 0.05$ ), 이는 쌀눈의 pH가 팔앙금보다 다소 낮기 때문이라 판단된다. 부재료를 달리하여 제조한 양갱의 선행연구 중 저온 숙성마늘 농축액을 첨가하거나(Jeong 등 2017), 포도즙을 첨가(Park

**Table 2. pH, moisture contents, hardness and reducing sugar of yanggaeng with different levels rice germ powder**

Samples	RG0 <sup>1)</sup>	RG5	RG10	RG15	RG20
pH	6.57±0.050 <sup>a</sup>	6.50±0.030 <sup>ab</sup>	6.40±0.090 <sup>b</sup>	6.21±0.035 <sup>c</sup>	6.11±0.065 <sup>c</sup>
Moisture content (%)	47.26±1.27	46.11±7.53	46.86±2.45	47.12±3.66	45.82±2.72
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	2,580.44±101.76 <sup>a</sup>	1,946.87±111.51 <sup>b</sup>	1,939.35±247.85 <sup>b</sup>	1,930.15±138.88 <sup>b</sup>	1,914.19±103.39 <sup>b</sup>
Reducing sugar (%)	2.40±0.05 <sup>a</sup>	2.10±0.02 <sup>b</sup>	1.87±0.06 <sup>c</sup>	1.77±0.04 <sup>d</sup>	1.51±0.04 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Yanggaeng with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% (w/w) rice germ powder based on the total weight of red bean extracts.

<sup>a-d</sup>Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

등 2014a) 및 블루베리 분말을 첨가(Han & Chung 2013)한 양갱의 경우 부재료의 함량이 증가할수록 양갱의 pH는 유의적으로 감소하는 경향을 보여 본 연구와 동일한 결과를 나타냈다. 이런 결과는 대부분 낮은 pH의 원재료를 사용하거나, 숙성 및 발효로 인해 pH가 낮아진 원재료를 사용하여 양갱을 제조하였기 때문으로 판단된다. 하지만, 울금가루(Lee SH 2013)를 첨가하거나 백하수오 분말(Na & Lee 2014)을 첨가한 양갱의 경우 오히려 pH가 올라가는 경우도 있었다.

다음으로 쌀눈을 첨가한 양갱의 수분함량은 쌀눈을 넣지 않은 대조구나 쌀눈을 5~20% 첨가한 실험구에서 45.82~47.26%를 나타냈고 유의적인 차이는 없었다. 이는 쌀눈의 수분함량이 팥앙금과 유사하기 때문이라 판단되며, 기존의 선행 연구결과에 의하면 밤 분말을 앙금 대비 5~20%를 첨가하여 제조한 양갱의 수분함량은 밤 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가한다고 보고하였고(Jhee OH 2016), 과일인 아사이베리 분말을 첨가한 양갱의 경우에서도 아사이베리 분말의 함량이 증가할수록 양갱의 수분함량은 32.78%에서 35.81%까지 증가한다고 보고(Choi SH 2015)하여 기존의 재료와 추가하는 재료가 가지는 수분함량의 차이로 서로 다른 결과를 나타냈다. 하지만 아로니아즙을 첨가한 양갱의 경우 29.5~31.0% 수분함량을 보여 시료간 유의적인 차이가 없었다고 보고하였는데(Hwang & Lee 2013), 이는 아로니아즙을 첨가하신 대신 첨가하는 물의 함량을 달리하여 전체적인 양갱의 수분함량에는 시료간 차이가 없었기 때문이다. 이렇듯 양갱마다 수분함량 차이가 나는 것은 원재료의 수분함량이 다르거나, 식이섬유 등이 보유한 수분으로 인해 영향을 미친다고 보고하였고(Kim 등 2014; Yoon 등 2018), 또한 배합비 내 수분의 함량을 조절하면 양갱의 수분함량에는 차이없이 제조도 가능하다.

쌀눈을 첨가하지 않은 양갱의 경도(hardness)는 2,580.44 g/cm<sup>2</sup>였고, 쌀눈을 5~20% 첨가하여 제조한 양갱의 경도는 1,914.19~1,946.87 g/cm<sup>2</sup>로 대조구에 비해 감소하였다( $p < 0.05$ ). 즉, 대조구와 시험구 사이에는 유의적인 차이가 나 대조구가 다소 단단한 경도를 가지고 있었고, 쌀눈 처리군 사이에는 유의적인 차이가 없었다. 선행연구에 의하면, 인삼

페이스트(Lee 등 2017)나, 흑마늘 페이스트(Park 등 2014b)를 첨가하여 제조한 경우 양갱의 경도는 인삼 또는 흑마늘의 첨가량이 증가하면 오히려 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 재료가 가지는 수분함량으로 인해 양갱의 경도가 감소하는 것으로 판단된다. 반면, 아로니아 즙(Hwang & Lee 2013)이나 아사이베리 분말(Choi SH 2015) 또는 한라봉 분말(Kim 등 2015)을 첨가하여 제조한 양갱의 경우 즙 또는 분말의 첨가량이 증가할수록 농도의존적으로 양갱의 경도 값도 유의적 증가한다고 보고하였는데, 이러한 결과는 페이스트, 분말, 또는 즙에 따라 차이가 있는 것 보다는 아로니아나 아사이베리처럼 첨가하는 재료의 유기산 함량이 많을수록 pH가 낮아져 겔(gel) 형성에 영향을 미침에 따라 경도가 증가한 것이라 판단된다(Kim 등 2015). 즉, 선행연구에서는 첨가하는 소재의 수분함량이나 산도에 의하여 경도가 변할 수 있다고 하였으나, 본 연구에서는 쌀눈의 pH 또는 팥앙금 대신 첨가한 쌀눈 분말의 공극에 의해 대조구보다는 다소 감소한 경도를 보인 것으로 판단된다.

쌀눈을 첨가한 양갱의 환원당을 측정된 결과(Table 2), 쌀눈을 첨가하지 않은 대조구 RG0의 경우는 2.4%였지만, 쌀눈의 함량을 증가할수록 환원당의 함량은 감소하여 쌀눈을 20% 첨가하였을 때(RG 20)는 1.5%로 측정되어, 결론적으로 쌀눈의 함량이 증가할수록 환원당은 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 앞서 서론에서 언급하였듯이 쌀눈에는 탄수화물보다 다양한 기능성 물질과 다량의 단백질을 함유하고 있어, 팥앙금 대신 쌀눈을 첨가하게 되면 팥앙금의 첨가량이 쌀눈으로 대체되면서 결과적으로 환원당이 감소하게 되었다. 하지만, 마늘을 흑마늘로 전처리한 후 양갱(Park 등 2014b)을 만들 때 첨가하게 되면 마늘에서 추출된 당이 포함되어 대조구는 5.88%이었으나, 흑마늘을 가장 많이 첨가한 시험구의 경우는 11.98%로 2배 이상 환원당이 증가하였고, 대추를 양갱(Yoon 등 2018)에 첨가할 경우도 대추에 존재하는 다량의 과당과 포도당으로 인해 대조구의 경우는 2.14%였으나, 가장 많은 대추를 첨가한 양갱의 경우는 12.69%로 환원당의 함량이 급격하게 증가하였다고 보고하였다.

## 2. 쌀눈 양갱의 색도 변화

쌀눈을 첨가하여 제조한 양갱의 색도는 Table 3에 나타내었다. 명도(L값)와 황색도(b값)는 쌀눈의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고( $p<0.05$ ), 적색도(a값)는 시료간 유의적인 차이가 없었다. 생 쌀눈의 색은 눈으로 봤을 때 미황색이고 볶음 단계를 거치면 고온으로 인해 갈색으로 변하는데 이런 전처리 과정으로 인해 쌀눈을 첨가한 양갱은 황색도가 다소 증가한 것으로 판단된다. 치아시드(O 등 2017)나 백하수오 분말(Na & Lee 2014)을 첨가한 양갱의 경우, 본 연구와 유사하게 명도, 적색도 및 황색도가 전반적으로 증가하였다. 반면에, 안토시아닌이 함유한 포도즙(Park 등 2014a), 아로니아즙(Hwang & Lee 2013) 및 블루베리 분말(Han & Chung 2013)을 첨가한 양갱의 경우 명도와 황색도는 유의적으로 감소하고, 적색도는 증가하는 경향을 나타냈다.

## 3. 쌀눈 양갱의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

쌀눈을 첨가한 양갱의 총 폴리페놀 및 항산화 활성은 Table 4에 나타내었다. 먼저, 쌀눈의 함량을 달리하여 제조한 양갱의 총 폴리페놀 함량은 쌀눈을 첨가할수록 유의적으로 증가하여 쌀눈 무첨가인 대조구의 경우 344.03 mg%였으나 쌀눈을 20% 함유한 양갱(RG20)은 765.69 mg%로 2.2배 이상 증가하였다( $p<0.05$ ). 쌀눈을 첨가한 양갱을 4배의 물로 희석, 추출한 후 ABTS 라디칼 소거능을 분석한 결과, 쌀눈을 첨가

하지 않은 대조구가 38.22%로 가장 낮았고, 쌀눈을 첨가할수록 유의적으로 증가하여 RG5(5% 쌀눈 첨가구) 54.62%, RG10 69.27%, RG15 76.30% 및 RG20 80.08%로 나타났다. 또한 4배 물로 추출한 양갱의 DPPH 라디칼 소거능도 쌀눈의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. Wu 등(2018)의 연구에서 영아용 쌀눈 첨가 스낵을 제조하여 항산화활성을 조사한 결과, ABTS 라디칼 소거능은 쌀눈을 첨가한 쌀과자가 쌀눈이 없는 과자에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타내 본 연구결과와 동일한 결과를 나타냈지만, Wu 등(2018)의 연구에서 총 폴리페놀의 함량에는 차이가 없는 것으로 나타나 상이한 결과를 나타냈다. 또 다른 연구에서 현미와 백미를 유기용매로 추출하여 총 폴리페놀, 플라보노이드, 감마오리자놀 및 항산화활성을 비교하였을 때, 모든 면에서 백미보다는 현미에서 유의적으로 높게 검출(Kim 등 2010)되어 배유를 포함하는 미강이 항산화 활성이 높은 것은 당연한 결과로 판단된다. 쌀눈에 존재하는 생리활성 물질은 서론에 언급하였듯이 쌀 구조 중 약 2% 정도를 차지하지만, 쌀눈 자체에는 다량의 단백질과 지용성 비타민 A, E 및 수용성 비타민 B류 및 감마오리자놀 등의 유용성분들도 풍부하게 가지고 있는 좋은 영양원이다(Choi 등 2000; Ko 등 2003). 또한 아미노산 중 라이신, 히스티딘, 발린을 포함한 필수아미노산과 철, 마그네슘을 중요성분으로 하는 무기질 및 7% 조섬유(Rondanelli 등 2019)도 함유하여 이런 다양한 영양성

Table 3. Color value of yanggaeng with different levels of rice germ powder

Samples	L value	a value	b value
RG0 <sup>1)</sup>	15.70±0.78 <sup>c</sup>	10.81±0.51	5.61±0.64 <sup>e</sup>
RG5	24.17±0.83 <sup>d</sup>	10.74±0.32	7.37±0.38 <sup>d</sup>
RG10	27.00±1.68 <sup>c</sup>	11.29±0.31	9.34±0.35 <sup>c</sup>
RG15	29.98±0.20 <sup>b</sup>	11.40±0.23	10.85±0.47 <sup>b</sup>
RG20	33.07±0.80 <sup>a</sup>	10.85±0.32	11.74±0.27 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Yanggaeng with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%(w/w) rice germ powder based on the total weight of red bean extracts.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

Table 4. Total polyphenol and antioxidant activities of yanggaeng with different levels rice germ powder

	Total polyphenol content (mg%)	ABTS radical scavenging activity (%)	DPPH radical scavenging activity (%)
RG0 <sup>1)</sup>	344.03±8.78 <sup>c</sup>	38.22±0.71 <sup>c</sup>	65.97±1.51 <sup>e</sup>
RG5	439.97±18.66 <sup>d</sup>	54.62±1.01 <sup>d</sup>	73.66±0.64 <sup>d</sup>
RG10	575.33±1.94 <sup>c</sup>	69.27±0.53 <sup>c</sup>	84.97±0.94 <sup>c</sup>
RG15	639.44±23.13 <sup>b</sup>	76.30±0.42 <sup>b</sup>	87.53±1.55 <sup>b</sup>
RG20	765.69±11.02 <sup>a</sup>	80.08±0.80 <sup>a</sup>	89.02±0.38 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Yanggaeng with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%(w/w) rice germ powder based on the total weight of red bean extracts.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

분으로 인해 쌀눈을 첨가할 경우 총 폴리페놀을 비롯한 항산화 활성이 증가할 것으로 예측할 수 있다.

#### 4. 쌀눈 양갱의 비타민 E 함량

쌀눈을 첨가한 양갱의 비타민 E 함량은 8가지 유도체를 분리, 정량한 결과를 Table 5에 나타내었다. 또한, 8개의 이성체를 혼합한 standard mixture의 크로마토그램은 Fig. 1A에 나타내었고, 동일 분석조건 하에서 20% 쌀눈을 첨가한 양갱(RG20)의 크로마토그램은 Fig. 1B와 같다. 쌀눈 자체에 존재하는 비타민 E 이성체 중  $\alpha$ -tocopherol,  $\alpha$ -tocotrienol,  $\beta$ -tocopherol,  $\gamma$ -tocopherol 및  $\gamma$ -tocotrienol 등 5개가 검출되었고,  $\beta$ -tocotrienol,  $\delta$ -tocopherol 및  $\delta$ -tocotrienol은 검출되지 않았다(Table 5). 쌀눈을 함량별로 첨가한 양갱의 비타민 E 분석결과, 모든 시료에서  $\alpha$ -tocopherol은 검출되었고, 쌀눈의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 쌀눈 무첨가구의 경우 0.07 mg/100 g이었으나 쌀눈이 증가할수록 늘어나 쌀눈을 20% 처리한 RG20의 경우는 2.90 mg/100 g으로 대조구에 비해 약 39배 증가하는 수치를 나타냈다( $p < 0.05$ ). 또한 쌀눈을 첨가하지 않은 대조구 양갱의 경우에는 비타민 E 8개의 이성체 중에  $\alpha$ -tocopherol과  $\gamma$ -tocopherol 두가지만 소량 검출되었으나, 쌀눈의 함량이 증가할수록 이성체 개수가 늘어나 RG5의 경우는  $\alpha$ -tocotrienol과  $\gamma$ -tocotrienol이 추가로 검출되었고, 나머지 시험구에서는  $\beta$ -tocopherol까지 검출되어 쌀눈에는 비타민 E 이성체가 5개 가량 존재하는 것을 알 수가 있었으며, 앞서 쌀눈 자체만 실험한 데이터와 동일한 결과나 나타났다. 또한, 쌀눈 자체에서 검출되지 않은  $\beta$ -tocotrienol,  $\delta$ -tocopherol 및  $\delta$ -tocotrienol 이성체처럼 시험구에서도 모든 양갱에 존재하지 않은 것으로 나타났다(Table 5 및 Fig. 1). 또한 총 비타민 E의 함량은 쌀눈을 첨가할수록 양갱에서 늘어나, RG5는 1.12 mg/100 g,

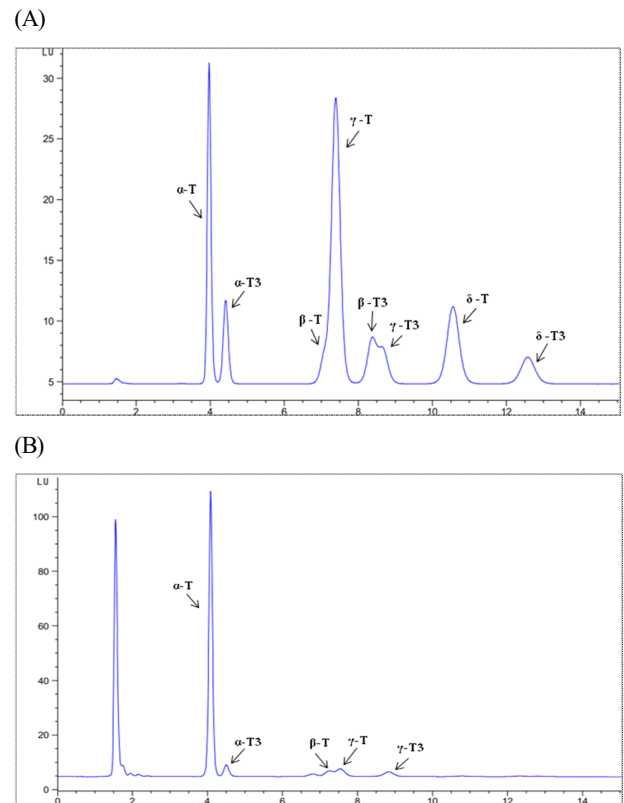


Fig. 1. Analytical HPLC chromatogram of vitamin E standard (A) and 20% yanggaeng with 20% (w/w) rice germ powder (B).

RG10 2.10 mg/100 g, RG15 3.02 mg/100 g 및 RG20의 경우는 4.03 mg/100 g까지 증가하여 대조구에 비해 RG20은 약 10배 가량 증가하였다. 이중 가장 많이 검출된 이성체는  $\alpha$ -tocopherol이었고,  $\gamma$ -tocotrienol의 경우 가장 적게 포함되어 있

Table 5. The vitamin E contents of yanggaeng with different levels of rice germ powder (mg/100 g)

Sample	RG0 <sup>1)</sup>	RG5	RG10	RG15	RG20	Rice germ
$\alpha$ -Tocopherol	0.07±0.00 <sup>c</sup>	0.60±0.01 <sup>d</sup>	1.35±0.00 <sup>c</sup>	2.12±0.00 <sup>b</sup>	2.90±0.06 <sup>a</sup>	45.94±0.98
$\alpha$ -Tocotrienol	- <sup>2)</sup>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.16±0.10 <sup>a</sup>	0.16±0.00 <sup>ab</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>	2.76±0.04
$\beta$ -Tocopherol	-	-	0.10±0.00 <sup>c</sup>	0.18±0.00 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>	2.44±0.05
$\beta$ -Tocotrienol	-	-	-	-	-	-
$\gamma$ -Tocopherol	0.34±0.05 <sup>d</sup>	0.38±0.01 <sup>d</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>	0.49±0.00 <sup>b</sup>	0.56±0.00 <sup>a</sup>	1.43±0.02
$\gamma$ -Tocotrienol	-	0.04±0.01 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>c</sup>	0.07±0.00 <sup>b</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>	1.08±0.02
$\delta$ -Tocopherol	-	-	-	-	-	-
$\delta$ -Tocotrienol	-	-	-	-	-	-
Total	0.41	1.12	2.10	3.02	4.03	53.65

<sup>1)</sup> Yanggaeng with 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% (w/w) rice germ powder based on the total weight of red bean extracts.

<sup>2)</sup> Not detected.

<sup>a-c</sup> Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

었다. Ko 등(2003)의 연구에서 쌀눈에 존재하는 비타민 E의 이성체 중  $\alpha$ -tocopherol이 가장 높은 함량을 나타낸다고 보고 (31.57 mg/100g)하여 본 연구와 유사한 결과였지만,  $\delta$ -tocopherol 또는  $\delta$ -tocotrienol 이성체가 낮은 함량이지만 검출된다고 보고하여 본 연구와는 상이한 결과를 나타냈다. Rondanelli 등(2019)의 연구에서도 쌀눈의 비타민 E( $\delta$ -tocopherol로 예측)의 함량이 31.9 mg/100 g 가량 검출된다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈지만, 쌀눈의 이화학적 성분을 분석한 또다른 연구에서는 11.96 mg/100 g의  $\alpha$ -tocopherol이 검출되었다고 보고하여 본 연구결과인 45.94 mg/100 g보다 약 4배 가량 적게 검출이 되었다(Choi 등 2000). 결론적으로 쌀눈에는 고농도의 비타민 E 이성체가 들어있어 앞으로 이를 활용한 가공품을 제조할 때에는 항산화활성 등 기능성 간식 제조가 가능할 것으로 판단된다. 다만 쌀눈에 존재하는 비타민 E 중  $\alpha$ -tocopherol의 경우 생 쌀눈보다 볶음 처리한 경우 산화 안정도가 낮아서 볶은 지 9일이 지날 경우 전체 비타민 E 함량이 약 90% 정도 줄어든다고 보고(Ko 등 2003)하여 쌀눈으로 가공품을 제조할 경우에는 비타민 E의 안정성 및 유지에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

### 요약 및 결론

본 연구는 비타민 E 등 기능성이 풍부한 쌀눈의 소비촉진을 위하여 누구나 손쉽게 접할 수 있는 간식인 양갱을 팔앙급 대비 0~20%까지 다양한 조건으로 제조하여 그 품질특성을 조사하였다. 쌀눈을 첨가할수록 양갱의 pH는 유의적으로 낮아졌고, 수분함량은 쌀눈 첨가량에 관계없이 차이가 없었다. 경도는 대조구와 쌀눈 첨가구 사이에 차이는 존재하여 쌀눈 처리가 대조구에 비해 다소 감소한 값을 나타냈지만, 쌀눈 첨가구 사이에는 유의적인 차이가 없었다. 환원당의 경우 쌀눈을 처리할수록 유의적으로 감소하였다. 명도 및 황색도는 쌀눈의 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고, 적색도는 시료간 유의적인 차이가 없었다. 양갱의 총 폴리페놀, 항산화 활성 및 비타민 E 함량은 쌀눈 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 이러한 연구결과를 종합하였을 때에 10% 이상의 쌀눈을 첨가하여 제조한 양갱의 경우 조직감은 부드러워 지면서 항산화활성은 우수한 건강 기능성 간식으로 개발이 가능할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01528507)의 지원에 의해 이루어진 것임.

### References

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14<sup>th</sup> ed. pp.50-58. Association of Official Analytical Chemists
- Choi EJ, Kim SI, Kim SH. 2010. Quality characteristics of yanggaeng by the addition of green tea powder. *J East Asian Soc Diet Life* 20:415-422
- Choi OK, Yun SK, Hwang SY. 2000. The chemical components of Korean rice germ. *Korean J Diet Cult* 15:253-258
- Choi SH. 2015. Quality characteristics of yanggaeng added with acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder. *Korean J Culin Res* 21:133-146
- Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Han JM, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of yanggaeng added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20:265-271
- Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1220-1226
- Jang GY, Kim HY, Lee SH, Kang YR, Hwang IG, Woo KS, Kang TS, Lee JS, Jeong HS. 2012. Effects of heat treatment and extraction method on antioxidant activity of several medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:914-920
- Jeong YS, Lee SH, Seong EJ, Cho S, Song J, Hwang KA, Noh GM, Hwang IG. 2017. Effect of aged garlic extract on the antioxidant activities and quality characteristics of yanggaeng. *Korean J Food Nutr* 30:1-8
- Jhee OH. 2016. Quality characteristics of the yanggaeng made by chestnut powder. *Culin Sci Hosp Res* 22:182-191
- Kim DJ, Oh SK, Yoon MR, Chun AR, Hong HC, Lee JS, Kim YK. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the 70% ethanol extracts from brown and milled rice by cultivar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:467-473
- Kim HE, Lim JA, Lee JH. 2015. Quality characteristics and antioxidant properties of yanggaeng supplemented with hallabong powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1918-1922
- Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS. 2014. Quality characteristics of yanggaeng added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1042-1047
- Ko SN, Kim CJ, Kim IH. 2003. Effects of roasting condition

- on the quality characteristics and oxidative stabilities of rice germ. *Korean J Food Sci Technol* 35:347-352
- Lee SH. 2013. Physicochemical and sensory characteristics of yanggaeng added with turmeric powder. *Korean J Food Nutr* 26:447-452
- Lee SH. 2019. Quality characteristics of sweet pumpkin yanggaeng added hongsi pure. *Culin Sci Hosp Res* 25: 180-189
- Lee SH, Hong EJ, Cho YJ. 2015. Quality characteristics of yanggaeng with *Momordica charantia* powder. *Korean J Food Preserv* 22:335-344
- Lee SH, Park HI, Chun HK, Rhie SG, Lee YS. 2003. Supplementary effect of the rice germ oil on blood glucose in diabetic KK mice. *Korean J Community Living Sci* 14: 47-57
- Lee YJ, Oh YJ, Kim HR, Hwang ES. 2017. Quality characteristics of yanggaeng with ginseng paste. *Korean J Food Nutr* 30:1341-1347
- Lee YR. 2018. Quality characteristics of rice cookies using rice flour. *Korean J Food Nutr* 31:571-575
- Luchsinger WW, Cornesky RA. 1962. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. *Anal Biochem* 4:346-347
- Na YJ, Lee JH. 2014. Physicochemical and antioxidant properties of yanggaeng with *Cynanchi wilfordii* radix powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1954-1958
- O H, Song KY, Zhang Y, Jung KY, Kim YS. 2017. Effect of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds on quality properties of yanggang. *Korean J Food Nutr* 30:236-242
- Park CH, Kim KH, Kim NY, Kim SH, Yook HS. 2014a. Antioxidative capacity and quality characteristics of yanggaeng with fermented aged black giant garlic (*Allium ampeloprasum* L. var. *ampeloprasum* Auct.) paste. *Korean J Food Nutr* 27:1014-1021
- Park CH, Kim KH, Yook HS. 2014b. Free radical scavenging ability and quality characteristics of yanggaeng combined with grape juice. *Korean J Food Nutr* 27:596-602
- Park Y, Sung J, Choi Y, Kim Y, Kim M, Jeong HS, Lee J. 2016. Analysis of vitamin E in agricultural processed foods in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:771-777
- 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 Radical Biol Med* 26:1231-1237
- Rizvi S, Raza ST, Ahmed F, Ahmad A, Abbas S, Mahdi F. 2014. The role of vitamin E in human health and some diseases. *Sultan Qaboos Univ Med J* 14:e157-e165
- Rondanelli M, Miccono A, Peroni G, Nichetti M, Infantino V, Spadaccini D, Alalwan TA, Faliva MA, Perna S. 2019. Rice germ macro- and micronutrients: A new opportunity for the nutraceuticals. *Nat Prod Res* 35:1532-1536
- Wu X, Kim E, Choi K, Kim H. 2018. Antioxidative and physical characteristics of rice germ added sweet pumpkin rice snack for infants. *J Korean Soc Food Cult* 33:62-69
- Yoon HS, Jeong EJ, Kwon NR, Kim II, Hong ST, Kang HJ, Eom HJ. 2018. Quality characterization of yanggaeng added with jujube extracts. *Korean J Food Nutr* 31:883-889

---

Received 07 May, 2021  
Revised 11 June, 2021  
Accepted 18 June, 2021