

한라봉 분말을 첨가한 양갱의 품질 및 항산화 활성

- 연구노트 -

김현은 · 임정아 · 이준호

대구대학교 식품공학과

Quality Characteristics and Antioxidant Properties of Yanggaeng Supplemented with *Hallabong* Powder

Hyun Eun Kim, Jeong Ah Lim, and Jun Ho Lee

Department of Food Science and Engineering, Daegu University

ABSTRACT The feasibility of incorporating *Hallabong* powder (HP) as a value-added food ingredient into convenient food products was investigated using yanggaeng as a model system. HP was incorporated into yanggaeng at amounts of 0, 2, 4, 6, and 8% (w/w) based on total weight of cooked white beans and HP. pH level decreased while soluble solid content increased significantly with increasing levels of HP ($P<0.05$), whereas moisture content was not directly affected by level of HP incorporation. In terms of color, lightness decreased while redness and yellowness increased significantly ($P<0.05$) with increasing levels of HP. Hardness increased significantly when HP content exceeded 4% in the formulation ($P<0.05$). ABTS and DPPH radical scavenging activities were significantly elevated by HP addition, and they increased significantly as HP concentration increased in the formulation ($P<0.05$). Finally, consumer acceptance test indicated that the highest levels of HP incorporation (8%) had an adverse effect on general consumer preferences. In contrast, yanggaeng with moderate levels of HP (2%) is recommended based on its overall scores to take advantage of the antioxidant properties of HP without sacrificing consumer acceptability.

Key words: yanggaeng, *Hallabong* powder, physicochemical properties, antioxidant properties, sensory evaluation

서 론

양갱(羊羹)은 단팥묵, 단묵 또는 갡(羹)이라 불리는 우리나라 전통식품으로(1), 다채로운 색과 향으로 인해 잔치 음식, 후식 및 연회 상차림에 자주 사용되어 왔다(2). 양갱의 응고제로 사용되는 해조류의 일종인 한천은 칼로리와 소화 흡수율이 낮고 장의 연동운동을 촉진시키는 작용을 하여 다이어트와 변비 해소에 효과가 있다고 알려져 있다(1). 한편 양갱은 남녀노소를 불문하고 쉽게 접할 수 있는 간식으로, 부드러운 식감으로 인해 특히 치아가 약하여 씹고 삼키는 것이 어려운 노인들에게도 편리한 간식으로 이용될 수 있다(3,4). 더욱이 65세 이상 노인 인구 비율이 7%를 넘어서는 고령화 사회에 접어들어 오늘날 노인의 건강증진을 위한 다양한 양갱의 개발이 절실히 요구되고 있다(4). 현재 고구마, 녹차, 딸기, 매실, 팥, 호박 등을 첨가한 양갱이 시판되고 있으며(2), 오디 시럽(5), 블루베리 분말(6), 아로니아즙(7), 토마토 분말(8), 포도즙(9), 석류 분말(10) 등 다양한 부재료를 첨가한 양갱 개발에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있다.

한라봉(*Hallabong*, *Citrus sphaerocarpa* Tanka nom. nud.)은 일본 사가현 과수육종품종센터에서 청견(*Citrus unshiu*×*Citrus sinensis*)에 폰칸(*Citrus reticulata*)을 교배해 육성한 교잡종 감귤로, 1991년 제주도농업기술원에서 이를 도입하면서 국내에서도 재배가 시작되었다(11,12). 도입 초기에는 일본의 품종명인 부지화(不知火)로 불리었으나 1998년 이후 ‘과실의 모양이 제주도 한라산 백록담과 비슷하다’고 하여 한라봉으로 명명되었다(12,13). 과경 부분에 흑이 있고 박피가 쉬울 뿐 아니라 속이 부드럽고 과육이 풍부하여 맛이 좋은 한라봉은 국내 도입 이후 제주 지역에서만 생산되었으나 최근 지구 온난화의 영향으로 고흥, 거제, 나주, 진도 등의 남해안 일대까지 재배 지역이 점차 확대되고 있다(13). 한라봉의 과육에는 나리루틴(narirutin), 헤스페리딘(hesperidin) 등의 플라보노이드(flavonoid) 함량이 높으며, 이들은 비타민 C와 같은 강한 항산화 효과가 있을 뿐 아니라 알츠하이머병 등의 뇌질환 예방 및 치료 효과, 항암 효과 등 다양한 병리 기작에 긍정적으로 작용하므로 그 활용 가치가 높은 것으로 알려져 있다(12,14). 하지만 현재까지 한라봉은 경험적 방법에 의해 차와 초콜릿 제품 등에 매우 제한적으로 활용되고 있는 실정이다(12).

한편 백앙금의 일부를 한라봉 분말로 단순 대체하여 양갱을 제조할 경우 제품의 가공적성 및 관능 특성의 저하가 발

Received 13 August 2015; Accepted 12 October 2015

Corresponding author: Jun Ho Lee, Department of Food Science and Engineering, Daegu University, Gyeongsan, Gyeongbuk 38453, Korea

E-mail: leejun@daegu.ac.kr, Phone: +82-53-850-6531

생활 수 있으므로 소비자의 수용 범위를 고려하여 부재료의 적정 대체량을 정할 필요가 있다(15). 따라서 본 연구에서는 양갱의 맛과 질감을 보존하면서 여러 건강 기능성 성분을 함유한 한라봉 분말을 첨가하여 양갱을 제조함으로써 소비자들의 니즈에 부응하고자 하였으며, 한라봉 분말의 대체 농도가 양갱의 물리·화학적, 관능적 품질 특성 및 향산화 활성에 미치는 영향을 조사하여 다양한 양갱 제품 개발을 위한 중요한 실험 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 한라봉 분말과 백앙금은 각각 가루나라(Garunara Co., Seoul, Korea)와 대두식품(Daedoo Foods Co., Seoul, Korea)에서 구입하였고, 그 외 분말 한천(Myongshin, Gyeongnam, Korea), 올리고당(CJ Cheiljedang Corp., Seoul, Korea), 설탕(CJ Cheiljedang Corp.) 및 100% 갯벌 천일염(Chungjungone, Jeonnam, Korea)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

양갱의 제조

백앙금에 대한 한라봉 분말의 적정 대체량을 찾기 위해 여러 차례 예비실험을 거친 후 대체량을 0, 2, 4, 6, 8%로 정하였으며, 대조군과 실험군 모두 한천 가루, 올리고당, 설탕, 소금 및 물의 사용량을 각각 8, 50, 50, 1, 250 g으로 일정하게 하였고, 한라봉 분말 무첨가군을 대조군으로, 백앙금 기준 한라봉 분말을 각각 10, 20, 30, 40 g 대체한 2, 4, 6, 8% 첨가군을 각각 실험군으로 정하였다. 먼저 물 250 g에 올리고당 50 g, 한천 가루 8 g 및 한라봉 분말을 첨가하여 20분간 불린 다음 중불에서 5분 동안 주걱을 이용하여 저어주면서 한천을 녹이고, 설탕 50 g과 소금 1 g을 차례로 첨가하여 각각 2분, 1분 동안 저어주었다. 마지막으로 불을 끈 상태에서 백앙금을 넣고 주걱으로 5분 동안 풀어준 다음 다시 불을 켜서 2분간 더 가열하며 저어준 후 일정한 크기(3×3×3 cm)로 성형하기 위해 틀에 부어 윗면을 평평하게 하고 4℃ 냉장고에서 3시간 동안 성형하여 실험에 사용하였다.

물리·화학적 품질 특성

한라봉 양갱의 pH와 가용성 고형분은 시료 10 g을 증류수 90 mL와 혼합하고 1분간 균질화한 후 각각 pH meter (pH/Ion 510, Oakton Instrument, Vernon Hiss, IL, USA)와 당도계(PR-301, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였으며, 수분 함량은 열풍건조기(WFO-700W, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 105℃ 상압가열건조법으로 5회 반복 측정하였다. 색도는 분광색차계(CM-600d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L^*), 적색도(a^*) 및 황색도(b^*)를 5회 반복

측정하였으며, 경도는 Texture analyzer(LRXPlus, Lloyd Instrument Ltd., Fareham, UK)를 사용하여 Texture Profile Analysis(TPA) mode에서 직경과 두께가 각각 50 mm, 4 mm인 디스크형 탐침으로 15회 반복 측정하였다. 한편 가로, 세로 및 높이가 각각 3 cm인 시료를 사용하였으며, 측정 속도는 100 mm/min, 시작(trigger force) 및 변형(deformation) 조건은 각각 0.049 N과 50%로 설정하였다(16).

향산화 활성

시료 2.5 g에 70% ethanol 50 mL를 혼합하여 균질화하고 실온에서 1시간 동안 시료를 추출한 후 원심분리기(VS-24 SMT, Vision Scientific Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 20분간 원심분리 한 다음 Whatman No. 1 여과지(GE Healthcare UK Ltd., Little Chalfont, UK)로 여과하여 시료액으로 사용하였다. DPPH(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Osaka, Japan)에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois(17)의 방법을 응용하여 측정하였고, ABTS(Sigma-Aldrich Co. LLC, St. Louis, MO, USA)에 대한 radical 소거능의 측정은 Re 등(18)의 방법을 응용하여 측정하였다.

$$\text{EDA or ABTS (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs. sample} - \text{Abs. control}}{\text{Abs. blank}}\right) \times 100$$

소비자 기호도 검사

소비자 기호도 검사는 무작위로 선발된 성인 45명(남 22명, 여 23명)을 대상으로 하였으며, 검사 전 용어 및 평가 방법 등에 대해서 충분히 설명하고 숙지시킨 후 진행하였다. 각 시료를 세 자리 난수표기 하여 구분한 접시 위에 나열한 후 제시하였으며 7점 척도(1: 대단히 싫어함, 7: 대단히 좋아함)를 사용하여 평가하였다. 평가 항목은 색, 향미, 맛, 씹힘성 및 전체적인 기호도이며, 전체적인 기호도가 다른 평가 항목에 영향을 미치는 것을 최소화하기 위하여 전체적인 기호도를 먼저 측정하고 각 개별 항목인 색, 향미, 맛 및 씹힘성에 대한 기호도는 따로 측정하였으며, 시료 간 잔향 또는 잔미의 방해를 최소화하기 위해 다른 시료를 측정하기 전 물을 이용하여 입안을 헹군 후 검사를 실시하도록 하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 SAS ver. 9.1(19)을 이용하여 분산분석(ANOVA) 하였고, 5% 수준에서 유의성 있는 시료 간 평균값의 비교는 Duncan's multiple range test에 의해 분석하였고, Pearson 상관계수(r)를 계산하여 두 향산화 지표 사이의 상관관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

pH, 가용성 고형분 및 수분 함량

한라봉 분말 첨가량에 따른 양갱의 pH, 가용성 고형분

Table 1. Physicochemical properties of yanggaeng incorporated with different levels of HP

Property	HP levels (%)				
	0	2	4	6	8
pH	6.33±0.01 ^a	6.06±0.01 ^b	5.85±0.02 ^c	5.68±0.01 ^d	5.43±0.02 ^c
Soluble solid content (°Brix)	3.73±0.06 ^c	3.87±0.06 ^b	3.93±0.06 ^{ab}	3.97±0.06 ^{ab}	4.03±0.06 ^a
Moisture content (%)	50.13±1.40 ^a	50.00±2.45 ^a	49.63±1.86 ^a	49.60±1.67 ^a	49.58±0.89 ^a
Color L^*	46.43±0.27 ^a	43.59±0.70 ^b	42.33±0.33 ^c	40.86±0.41 ^d	41.04±0.29 ^d
a^*	-0.27±0.02 ^e	0.86±0.05 ^d	1.98±0.03 ^c	2.96±0.05 ^b	3.91±0.17 ^a
b^*	5.21±0.05 ^e	12.54±0.32 ^d	15.70±0.13 ^c	17.45±0.32 ^b	18.99±0.27 ^a

Means within the same row without a common letter (a-e) are significantly different ($P<0.05$).

및 수분 함량 변화는 Table 1에 나타내었다. pH는 대조군이 6.33으로 가장 높았고, 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 단계적인 유의적 감소 경향을 보였다($P<0.05$). 이는 상대적으로 높은 pH의 백양금(pH=6.11)이 산성의 한라봉 분말(pH=4.23)로 대체되었기 때문에 다른 여러 산성의 부재료, 예를 들어 감귤 분말(20), 블루베리 분말(6), 아로니아즙(7)을 첨가한 양갱 그리고 한라봉 분말을 첨가한 식빵(13)에서도 유사한 결과가 보고되었다.

가용성 고형분은 대조군이 3.73°Brix로 가장 낮았고, 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으나($P<0.05$), 2~6% 첨가군 그리고 4~8% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 없었다($P>0.05$). 한라봉 분말 첨가량 증가에 따른 가용성 고형분 증가 현상은 백양금(soluble solid content=4.40°Brix)의 일부를 한라봉 분말(soluble solid content=6.40°Brix)로 대체함으로써 분말의 가용성 고형분이 추가되었기 때문으로 사료되며(21), 가용성 고형분의 범위가 3.73~4.03°Brix인 것을 고려해 볼 때 한라봉 분말 첨가가 양갱의 가용성 고형분 변화에 미치는 영향은 제한적인 것으로 판단된다. 한편 블루베리 분말을 0~9% 대체하여 제조한 양갱에서도 분말의 대체량이 증가함에 따라 가용성 고형분이 3.60에서 4.40°Brix로 증가하였다는 유사한 실험 결과가 보고된 바 있다(6).

수분 함량은 49.58~50.13% 범위 값을 나타내었으며, 전체 시료 간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 따라서 첨가된 한라봉 분말(0~8%)은 양갱의 수분 함량에 미미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 한라봉 분말을 첨가한 식빵(13)에서도 유의적인 수분 함량 차이는 발견되지 않았다.

색도 및 경도

명도(L^*)는 대조군이 46.43으로 가장 높았고, 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 40.86~43.59 범위 내에서 유의적으로 감소하는 경향을 보였으나($P<0.05$), 6%와 8% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$) (Table 1). 적색도(a^*)는 대조군이 -0.27로 가장 낮았고, 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 8% 첨가군이 3.91로 가장 높았다($P<0.05$). 황색도(b^*)는 대조군이 5.21로 가장 낮았고 한라봉 분말을 2% 첨가하였을 때

12.54로 현저하게 증가하였으며, 4~8% 첨가군에서도 단계적으로 유의적 차이를 나타내며 증가하였다($P<0.05$). 한라봉 분말을 첨가한 식빵에서도 매우 유사한 경향이 보고되었는데, 이러한 변화는 한라봉 분말의 carotenoid계 색소에 의한 것으로 판단된다(13).

한라봉 분말 첨가량에 따른 양갱의 경도(hardness)를 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 경도는 대조군이 16.51 N으로 가장 낮았고, 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 18.38 N에서 34.10 N으로 단계적인 유의적 증가 경향을 보였으나($P<0.05$), 대조군과 2% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P>0.05$). 이러한 결과는 한라봉 분말 첨가에 따른 유기산 함량 증가로 인한 pH 저하가 양갱 주재료인 전분의 겔 형성에 영향을 미침에 따라 겔 견고성이 증가하였기 때문으로 판단된다(4,10,22). 부재료 첨가량 증가에 따른 경도 증가 현상은 블루베리 분말 첨가 양갱(6), 배즙과 배 분말 첨가 양갱(23)에서도 보고된 바 있다.

항산화 활성

한라봉 양갱의 DPPH와 ABTS radical 소거능 측정 결과는 Fig. 2에 나타내었다. DPPH radical 소거능은 대조군이 12.24%로 가장 낮았고 한라봉 분말의 첨가량이 증가함에 따라 15.85, 17.25, 25.54, 34.59% 순으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나($P<0.05$), 대조군과 2%, 4% 첨가군 사이에서는 유의적 차이가 발견되지 않았다($P>0.05$). ABTS

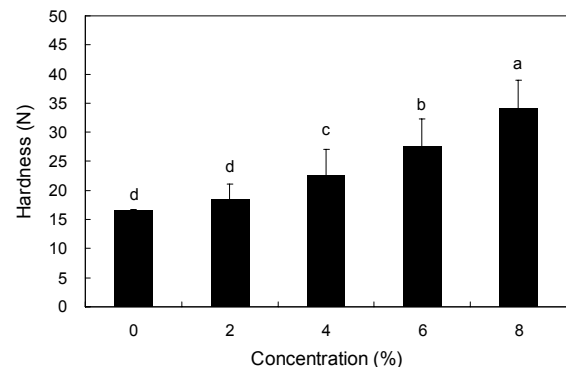


Fig. 1. Hardness of yanggaeng incorporated with different levels of HP. Means without a common letter (a-d) are significantly different ($P<0.05$).

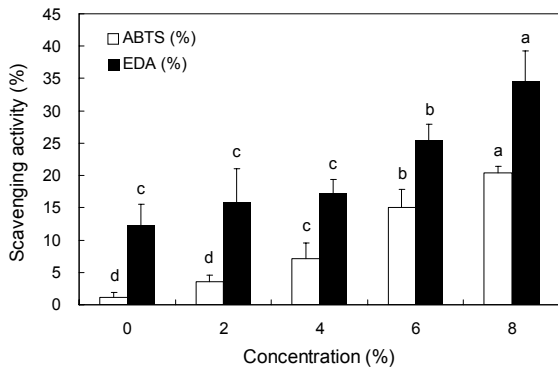


Fig. 2. DPPH and ABTS radical scavenging activities of yanggaeng incorporated with different levels of HP. Means within the same activity without a common letter (a-d) are significantly different ($P < 0.05$).

radical 소거능은 대조군이 1.16%로 가장 낮았고 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 3.53, 7.12, 15.07, 20.39% 순으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였으나($P < 0.05$), 대조군과 2% 첨가군 사이에서는 유의적 차이가 발견되지 않았다($P > 0.05$). 한라봉 분말 첨가량 증가에 따른 DPPH와 ABTS radical 소거능 활성 증가는 한라봉 분말 내 다량 함유되어 있는 플라보노이드가 유리기에 수소 원자를 공여함으로써 유리기를 제거하였기 때문으로 판단된다(10,12,24). 부재료의 첨가량 증가에 따른 항산화 활성 증가 현상은 블루베리 분말(6), 아로니아즙(7), 토마토 가루(8), 포도즙(9) 등을 첨가한 양갱에서도 보고된 바 있다. 한편 본 연구에서는 한라봉 분말의 첨가량 증가에 따른 두 활성 증가 사이에 높은 상관관계가 성립하였으며(Pearson 상관계수, $r = 0.987^{**}$), 한라봉 분말이 첨가됨으로써 항산화 활성이 향상된 양갱을 섭취함으로써 생체 내 산화적 스트레스로 과잉 생성되는 유리기에 의해 발생하는 암, 당뇨병, 동맥경화, 허혈성 심장질환 및 뇌질환 예방에 기여할 수 있을 것으로 사료된다(24).

소비자 기호도 검사

한라봉 분말을 첨가한 양갱의 색, 향, 맛, 씹힘성 그리고 전체적인 기호도에 대해 7점 척도로 평가한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 색에 대한 기호도는 4% 첨가군이 4.93으로 유의적으로 가장 높았고($P < 0.05$), 2% 첨가군과는 유의적 차이가 없었으며($P > 0.05$), 대조군의 기호도가 가장 낮은 것으로 평가되었다. 향에 대한 기호도는 대조군이 가장 높게 평가되었고, 한라봉 분말의 첨가량이 증가함에 따라 기호도가 감소하는 경향을 보였으나($P < 0.05$), 대조군을 포함하여 2~6% 첨가군 사이에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다($P > 0.05$). 맛과 씹힘성 모두 2% 첨가군이 각각 4.96, 4.58로 가장 높았고 2% 첨가군 이후 각각 3.82, 3.24, 3.11과 4.27, 3.80, 3.44 순으로 감소하였으나($P < 0.05$), 맛은 대조군과 2% 첨가군 사이 그리고 4~8% 첨가군 사이에서 유의적 차이가 없었고($P > 0.05$), 씹힘성은 대조군과 2,

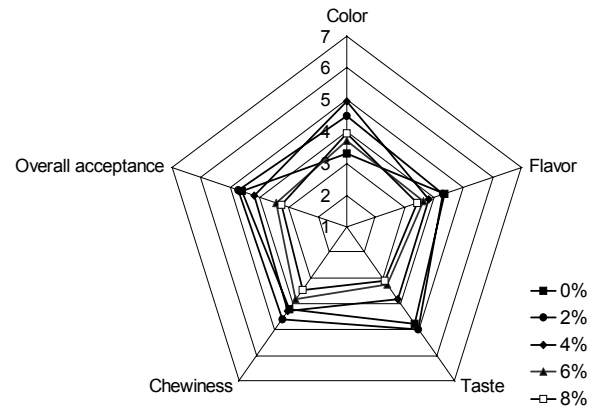


Fig. 3. Consumer acceptance profiles of yanggaeng incorporated with different levels of HP.

4% 첨가군 사이에서 유의적 차이가 없었다($P > 0.05$). 전체적인 기호도 또한 2% 첨가군이 4.69로 가장 높게 평가되었고 2% 첨가군 이후 감소하여 8% 첨가군이 3.24로 가장 낮았으나($P < 0.05$), 대조군과 2, 4% 첨가군 사이엔 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 향을 제외한 모든 항목에서 대조군보다 2% 첨가군의 점수가 높았고, 색을 제외한 대부분의 항목에서 한라봉 분말 대체량 2% 이후 기호도가 감소하였다. 따라서 한라봉 분말의 항산화성 이점을 최대한 활용하면서 동시에 관능적 품질을 유지하기 위한 최적 대체 농도는 2%로 판단된다.

요 약

한라봉 분말 대체량을 0~8%로 달리하여 양갱을 제조한 후 물리·화학적 품질 특성, 항산화 활성 및 소비자 기호도를 조사하였다. 한라봉 분말의 첨가량이 증가함에 따라 양갱의 pH는 유의적으로 감소한 반면 가용성 고형분은 유의적으로 증가하였고($P < 0.05$), 수분 함량에는 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 한라봉 분말이 첨가될수록 명도(L^*)는 감소한 반면 적색도(a^*)와 황색도(b^*)는 유의적으로 증가하였다($P < 0.05$). 경도는 대조군이 16.51 N으로 가장 낮았고 한라봉 분말의 첨가량이 증가할수록 단계적인 유의적 증가 경향을 보였으나($P < 0.05$), 대조군과 2% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P > 0.05$). 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 유리기에 수소 원자를 공여함으로써 유리기를 제거하는 작용을 하는 플라보노이드의 함량이 증가하여 항산화 활성을 나타내는 DPPH와 ABTS radical 소거능이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으며($P < 0.05$), 두 지표 간 높은 상관관계가 보였다. 소비자 기호도 검사 결과 양갱의 관능적 품질을 최대한 유지하면서 한라봉 분말의 항산화성 이점을 최대한 활용하기 위한 적정 첨가 농도는 2%가 가장 적합한 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Kim AJ, Lee SH, Jung EK. 2013. Quality characteristics of *Yanggaeng* with white, red and black ginseng powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 78-84.
2. Jung BM. 2004. Nutritional components of yanggaeng prepared by different ratio pumpkin. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 614-618.
3. Han EJ, Kim JM. 2011. Quality characteristics of *yanggaeng* prepared with different amounts of ginger powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 360-366.
4. 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.
5. Kim AJ. 2012. Quality characteristics of *yanggaeng* prepared with different concentrations of mulberry fruit syrup. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 62-67.
6. Han JM, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of yanggaeng added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20: 265-271.
7. Hwang ES, Lee YJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of yanggaeng with aronia juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1220-1226.
8. 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.
9. Park CH, Kim KH, Yook HS. 2014. Free radical scavenging ability and quality characteristics of *yanggaeng* combined with grape juice. *Korean J Food & Nutr* 27: 596-602.
10. Gil NY, Kim HR, Park JM, Kim SS, Lee ES, Hong ST. 2014. Quality characteristics of *Yanggaeng* containing pomegranate (*Punica granatum*) powder. *Korean J Food & Nutr* 27: 906-913.
11. Food Materials Information. 2015. Hallabong. http://fse.foodnara.go.kr/origin/search_content_detail.jsp?idx=15214 (accessed Jul 2015).
12. Lee CW, Kim MB, Oh YJ, Lim SB. 2014. Physicochemical properties of Citrus Hallabong granules. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 537-543.
13. Bing DJ, Chun SS. 2013. Quality and consumer perception of white bread baked with *Hallabong* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 306-312.
14. Shin JH, Kim HW, Lee M, Lee SH, Lee YM, Jang HH, Hwang KA, Cho YS, Kim JB. 2014. Content and distribution of flavanols, flavonols and flavanones on the common vegetables in Korea. *Korean J Environ Agric* 33: 205-212.
15. We GJ, Lee I, Kang TY, Min JH, Kang WS, Ko S. 2011. Physicochemical properties of extruded rice flours and a wheat flour substitute for cookie application. *Food Eng Prog* 15: 404-412.
16. 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.
17. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
18. 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.
19. SAS. 2005. SAS User's Guide. Ver. 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
20. Cha MA, Chung HJ. 2013. Quality characteristics of *Yanggaeng* supplemented with freeze-dried *Citrus* mandarin powder. *Korean J Food Culture* 28: 488-494.
21. Lee JH, Ji YJ. 2015. Quality and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with cranberry concentrate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 1100-1103.
22. Kim HS, Lee SH, Koh JS. 2006. Physicochemical properties of *Hallabong* Tangor (*Citrus Kiyomi* × ponkan) cultivated with heating. *Korean J Food Preserv* 13: 611-615.
23. Park YO, Choi JH, Choi JJ, Yim SH, Lee HC, Yoo MJ. 2011. Physicochemical characteristics of yanggaeng with pear juice and dried pear powder added. *Korean J Food Preserv* 18: 692-699.
24. Cha JY, Kim HJ, Kim SK, Lee YJ, Cho YS. 2000. Effects of *Citrus* flavonoids on the lipid peroxidation contents. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 211-217.