



새싹보리와 녹차 스펀지케이크의 이화학적 및 항산화적 품질 특성

김은경*

용인대학교 대학원 식품영양학과

Physicochemical and Antioxidant Properties of Sponge Cake made using Barley Sprout and Green Tea

Eunkyung Kim*

Department of Food Science and Nutrition, Graduate School, Yongin University

Abstract

This study investigated the physicochemical and antioxidant properties of sponge cakes made using different amounts (2 and 4%) of barley sprout powder (BSP) and green tea powder (GTP), respectively. The results showed that the baking loss rate of GS2 (2% green tea) and GS4 (4% green tea) was 12.39% and 11.96%, respectively in the green tea addition group, which was higher than that of the barley sprout group, but significantly lower than that of the control group at 13.34% ($p < 0.05$). The specific volumes of the sponge cake containing barley sprout and green tea 2% and 4% were between 2.84-2.95 mL/g, which was significantly higher compared to the control group at 2.69 mL/g ($p < 0.05$). The sugar content was significantly higher in the control group and the barley sprout addition group at 2.30°Brix ($p < 0.05$). As for the volume index, the control group with the lowest value at 13.43 showed a significant difference compared to the addition groups. The volume index significantly decreased as the addition amount increased, measuring 14.07 in BS4 (4% BSP) compared to 14.87 of BS2 (2% BSP) in the barley sprout group ($p < 0.05$). In cross-sectional photography, the color became darker than that of the control group as the quantum of additives increased. In terms of the DPPH and ABTS radical scavenging activity, the total phenol content, and total flavonoid content, the groups with the addition of barley sprout and green tea showed higher antioxidant activity than the control group ($p < 0.05$).

Key Words: Sponge cake, barley sprout, green tea, quality characteristics, antioxidant

1. 서 론

최근 1인 가구 및 고령화 등 사회구조와 경제 발달로 현대인의 생활은 급속히 변화하고 있다. 웰빙으로 인한 건강과 건강식품에 대한 관심이 높아지고 식생활은 고급화되면서 영양적으로 우수하며 기능성 성분까지 첨가된 건강지향적 제품의 소비도 점차 확대되고 있다(O et al. 2017). 이에 함께 간편해지고 편리해진 식생활을 선호하면서 빵이나 케이크류는 간식이나 디저트뿐 아니라 한 끼의 식사인 주식으로서도 그 소비가 증가하고 있다(Lee & Han 2018).

스펀지케이크(Sponge Cake)는 밀가루에 달걀과 설탕이 들어가 단맛뿐 아니라 부드럽고 촉촉하여 남녀노소 누구나 좋아하는 기본형 케이크로 다양한 식재료를 쉽게 첨가할 수 있다는 장점이 있다(Kim et al. 2019). 제과제빵 제품 중에서도 건강지향적인 천연재료들을 첨가하여 영양과 기호도를 높

인 스펀지케이크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는데 스펀지케이크에 2%의 레몬그라스 분말 첨가 특성 연구(Ju et al. 2016), 당유자 껍질 4%를 첨가한 스펀지케이크 연구(O et al. 2017) 및 모링가 분말 3%를 첨가한 스펀지케이크 특성 연구(Choi 2018) 등이 있다.

새싹보리(*Hordeum vulgare* L.)는 보리의 어린싹으로 과거 우리나라의 남도 지역에서 주로 된장국에 넣어 먹거나 생즙 등 단순한 형태로 소비되고 있다(Lim et al. 2018). 새싹보리에는 gallic acid, rutin 등 주요 페놀성 화합물과 catechin 등 플라보노이드 함량이 높아 항바이러스작용과 항산화 효과가 있으며(Park & Chung 2020), 지질과 당 대사 작용에도 효과가 있다고 알려져 있다(Choi et al. 2020). 새싹보리는 염증성 매개체와 사이토카인의 생성 및 발현을 현저히 억제하는 항염 효과로 인한 면역 증진을 기대해 볼 수 있다고 보고하고 있다(Kim & Kim 2015). 최근 새싹보리의 기능성

*Corresponding author: Eunkyung Kim, Department of Food Science and Nutrition, Graduate School, Yong In University, 134, Yongin Daehakro, Cheoin-gu Yongin-si, Gyeonggi-do 17092, Korea Tel: +82-31-321-6955 E-mail: lookkkh@daum.net

및 영양학적 가치에 주목하여 분말제품이 제조 판매되고 있어 새싹보리 설기떡(Lim et al. 2017), 새싹보리 치즈(Park et al. 2017), 새싹보리 분말 첨가 인절미(Lee 2020) 및 새싹보리 분말 첨가 누룽지(Park & Kang 2021) 등 다양한 제품에 활용되고 있다.

녹차(*Camellia sinensis* L.)는 세계 3대 기호 음료 중의 하나로 커피, 코코아와 더불어 전 세계 약 160여 개국에서 응용되고 있다(Park et al. 2003). 잎차 형태로 녹차를 마실 때에는 아미노산, 수용성 비타민, 무기질 및 카테킨 등 수용성 성분만 용출되나 분말화된 가루녹차는 수용성 성분뿐 아니라 지용성인 베타카로틴, 토코페롤, 식이섬유 등의 유용성분까지 섭취할 수 있는 장점이 있다(Yeo et al. 2017). 녹차의 맛, 향기, 색에 관여하는 성분인 카테킨류는 뛰어난 항산화, 항암, 항균 및 면역력 증가 효과로 그 기능성을 인정받고 있으며 식품에서 천연 보존제로서도 중요한 역할을 하고 있다(Cho & Kim 2013). 녹차 분말을 사용한 제품관련 최근 연구 동향을 살펴보면 향산화성을 위한 녹차 두유(Ryu et al. 2017), 녹차 발효유(Yeo et al. 2017) 등과 저장성을 위한 녹차 쌀밥(Yang et al. 2017) 등의 연구가 활발히 진행되고 있다. 새싹보리와 녹차에 대한 개별 연구는 여러 제품에 다양하게 이루어지고 있으나 향산화성이 높다고 알려진 식재료들 간에 비교 연구는 쿠키에 새싹보리, 레몬밤, 녹차를 비교한 연구(Choi et al. 2020)를 제외하고 케이크에는 매우 미흡한 실정이다.

선행연구에서 스펀지케이크에 레몬밤 첨가하였을 때 우수한 향산화성을 보였으며 레몬밤 2% 및 4% 첨가군에서 다른 비율의 첨가군에 비해 케이크의 기공이 잘 발달되고 부드러운 조직감이 형성된 바 있다(Kim et al. 2019). 이에 본 연구에서는 스펀지케이크에 향산화 향균 면역력 증가 효과가 있는 천연재료인 새싹보리와 녹차를 각각 2% 및 4%를 첨가하여 면역력 강화에도 도움이 되는 건강지향적 디저트용 케이크 제품을 제조하고 이화학적 및 향산화적 품질 특성을 측정해보고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 실험재료

본 연구의 새싹보리 분말은 제주에서 재배된 여린 잎만 골라 담은 보리새싹 100%로 제조한 제품(Cheum bio Co., Incheon, Gyeonggi-do, Korea)으로 구입하였다. 녹차 분말은 녹차 주산지 보성에서 최적의 시기(5월말-6월초)에 수확하여 만든 제품(Viehome Co., Yeongcheon, Gyeongsangbuk-do, Korea)을 구매하여 각 분말들을 400 mesh 체에 통과시켜 사용하였다. 스펀지케이크는 박력분(CJ CheilJedang Co., Yangsan, Gyeongsangnam-do, Korea), 달걀(Cheiljedang Co., Yongin, Gyeonggi-do, Korea), 설탕(Cheiljedang Co., Seoul, Korea), 베이킹파우더(Sungjinfood, Seoul, Korea) 및 버터

<Table 1> Ingredients of the sponge cakes

| Ingredients (g) | Samples ¹⁾ | | | | |
|-----------------|-----------------------|-------|-----|-------|-----|
| | Control | BS2 | BS4 | GS2 | GS4 |
| Cake flour | 125 | 122.5 | 120 | 122.5 | 120 |
| Barley Sprout | 0 | 2.5 | 5 | 0 | 0 |
| Green Tea | 0 | 0 | 0 | 2.5 | 5 |
| Sugar | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Egg | 196 | 196 | 196 | 196 | 196 |
| Butter | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Baking powder | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Salt | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Total | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |

¹⁾BS2 and BS4, Sponge cake using powder of 2% and 4% barley sprout; GS2 and GS4, Sponge cake using powder of 2% and 4% green tea

(Seoul Dairy Co., Seoul, Korea)를 시중에서 구입하여 제조하였다.

2. 스펀지케이크의 제조

스펀지케이크는 Kim et al. (2019)의 방법과 AACC 10-91 (2003)을 참고하여 예비 실험을 거친 후 <Table 1>의 배합비율로 새싹보리와 녹차 분말은 각각 박력분 중량의 2% 및 4%를 첨가하여 공립법으로 제조하였다. 반죽기(K5SS, KitchenAid Co., St. Joseph, Michigan, USA)의 혼합 볼에 달걀을 먼저 넣고 1단으로 1분간 잘 풀어준 후 설탕, 소금을 첨가하여 8단으로 8분간 거품을 형성하였다. 체에 친 밀가루에 새싹보리 및 녹차 분말을 각각 넣어주고 5단에서 3분간 반죽을 혼합하였다. 반죽에 다시 중탕시킨 버터를 첨가하고 5단으로 4분간 잘 섞어준 다음 원형팬(직경 12 cm)에 종이를 깔고 반죽을 200 g씩 넣었다. 케이크는 윗불 180°C, 아랫불 160°C로 예열시킨 오븐(HSDO 2002, Han young bakery machinery Co., Seoul, Korea)에 40분간 구워 완성하였으며 실온에서 1시간 방냉한 후 실험에 사용하였다.

3. 반죽의 비중, 굽기손실을 및 비용적

본 실험에서 반죽의 비중(specific gravity)은 AACC method (2000)를 참조하여 물에 대한 반죽의 무게 비를 계산하였다.

스펀지케이크의 굽기손실률(baking loss)은 굽기 직전 반죽의 무게와 구운 후 케이크의 무게를 측정하여 아래의 식으로 산출하였다.

$$\text{굽기손실률(\%)} = \frac{\text{굽기직전 반죽의 무게(g)} - \text{구운 후 케이크의 무게(g)}}{\text{굽기직전 반죽의 무게(g)}}$$

비용적(mL/g)은 1시간 방냉한 스펀지케이크를 종자치환법(Kim & Koh 2012)으로 부피를 측정하고 케이크의 무게로

나누어 계산하였으며 반죽의 비중, 굽기손실률 및 비용적 모두 5회 반복 측정하였다.

4. 수분 함량, 회분 함량, 당도 및 pH

수분 및 회분 함량은 AOAC(2000)의 방법을 참고하여 각각 5회씩 반복 실험하였다. 수분 함량은 케이크의 내부(crumb)만을 마쇄하여 5g씩 용기에 넣어 상압가열 항온기(J-DSA2, JISICO Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 105°C로 24시간 건조한 후 측정하여 나타내었다. 회분 함량도 케이크의 껍질(crust)을 제거하고 crumb만을 마쇄한 시료를 1g씩 담아 회분기(J-FM, JISICO Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 560°C, 24시간 직접회화법으로 분석하였다.

당도는 케이크의 crumb을 마쇄한 시료 1g에 증류수 9 mL를 넣고 1시간 이상 방치시킨 후 원심분리기(HA-12 centrifuge, Hanil Science Industrial Co., Inchun, Korea)로 교반하여 얻은 상등액을 당도계(PAL-1, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 5회씩 반복 측정하였다.

pH는 AACC 방법(2000)을 약간 수정하여 케이크의 crumb을 마쇄한 시료 5g과 증류수 45 mL를 혼합시킨 후 상등액을 취해 세팅된 pH meter (CP-411, Sechang Instruments, Ltd., Seoul, Korea)로 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

5. 부피지수, 대칭성지수 및 균일성 지수

AACC method 10-91 (2003)에 따라 부피지수(volume index), 대칭성지수(symmetry index) 및 균일성지수(uniformity index)는 케이크의 정중앙 부분을 자른 단면으로 케이크 밑면의 중앙점(C)을 맞추고 양끝(A, E) 및 중앙점(C) 사이의 점(B, D)을 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{Volume index} &= B+C+D \\ \text{Symmetry index} &= 2C-B-D \\ \text{Uniformity index} &= B-C \end{aligned}$$

6. 색도 및 단면 촬영

스펀지케이크의 색도는 분광 색차계(Color JC801, color Techno system Co., Ltd., Tokyo, Japan)에 케이크의 crumb을 마쇄하여 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)을 5회씩 반복하여 측정하였다. 이때 표준 백색판(Standard plate)의 L값은 98.74, a값은 -0.45 및 b값은 0.36이었다. 케이크의 단면 촬영은 디지털 카메라(ILCE-5100, Sony, Tokyo, Japan)를 이용하여 단면의 색 및 모양 등을 동일한 조건 하에 비교 관찰하였다.

7. 조직감

케이크의 조직감 측정은 레오미터(rheometer, COMPAC-100, Sun Scientific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하였으며 분석의 조건은 probe 직경 1 mm, needle type 4, 최대하

중 2.0 kg, Distance 50% 및 Table speed 120 mm/min이었다. 케이크의 단면을 20 mm 두께로 잘라 경도(hardness), 탄력성(springness), 응집성(cohesiveness) 및 부서짐성(brittleness)을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

8. 항산화 활성

1) DPPH 라디칼 소거활성

DPPH 라디칼 소거활성은 일부 수정한 Blois (1958)의 방법에 따라 5회 반복 실험하였다. 마쇄한 케이크의 crumb 1g씩에 에탄올(99%) 9 mL씩을 넣어 24시간 추출시킨 후 원심분리기(Model HA-12 centrifuge, Hanil Science Industrial Co., Inchun, Korea)에서 3000×g, 15분간 원심분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 각 시료는 다시 10배 희석하여 희석 시료액 1 mL와 0.4 mM DPPH (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 섞어 그 혼합액을 실온의 암소에 30분간 둔 후 분광광도계(SP-2000UV, Woongi Science Co., Seoul, Korea) 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도의 대조군으로는 반응액과 동량의 99.9% 에탄올을 사용하였으며 아래와 같은 백분율로 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{실험군의흡광도}}{\text{대조군의흡광도}}\right) \times 100$$

2) ABTS 라디칼 소거활성

Re et al. (1999)의 방법을 응용한 ABTS 라디칼 소거활성은 각 시료를 5회 반복 측정하였다. 케이크의 crumb를 마쇄하여 1g씩 넣고 메탄올 9 mL씩을 첨가하여 24시간 추출시킨 후 원심분리기 3000×g에서 15분간 원심분리한 상등액으로 실험의 시료로 사용하였다. ABTS 양이온 라디칼을 형성시키기 위해 7.4 mM ABTS(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온의 암소에서 약 24시간 동안 방치시켜둔다. 하루 지난 이 용액은 흡광도 405 nm에서 0.95-1.00이 되도록 phosphate citrate acid buffer (pH 4.2)로 희석하여 조절하였다. 각 시료를 10배 희석한 시료액 1 mL에 제조한 ABTS 용액 2 mL를 혼합하여 30분간 실온의 암소에서 반응시킨 후 405 nm에서 분광광도계(SP-2000UV, Woongi Science Co., Seoul, Korea)로 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거활성의 계산을 위해 사용된 대조군은 반응액과 동량의 PCA buffer로 아래와 같은 백분율(%)을 산출하여 결과값으로 나타내었다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{실험군의흡광도}}{\text{대조군의흡광도}}\right) \times 100$$

3) 총 페놀 함량

항산화 성분인 총 페놀 함량 측정은 Folin-Denis 방법(Folin & Denis 1915)으로 5회 반복 측정하여 평가하였다. 마쇄한 케이크의 crumb 1g씩에 초순수 9 mL씩을 첨가하여

24시간 추출시킨 후 원심분리기에서 3000×g, 15분간 분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 각 시료는 다시 10배 희석하여 그 희석액 1 mL에 50% Folin-ciocalteu reagent (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣고 실온에서 3분 정도 지난 다음 10% Na₂CO₃ (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 가하여 30분간 실온의 암소에서 반응을 시켰다. 분광광도계(SP-2000UV, Woongiscience Co., Seoul, Korea)의 760 nm에서 각각의 반응액을 측정하였다. 표준물질은 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며 검량선을 작성하여 총 페놀 함량을 mg GAE/100 g으로 표시하였다.

4) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량은 Davis 변법(Byeon & Kim 2015)을 약간 변형하여 5회 반복 실험하였다. 케이크의 crumb를 마쇄하여 1 g씩 넣고 메탄올 9 mL씩을 첨가하여 24시간 지난 후 원심분리기 3000×g에서 15분간 분리한 상등액을 시료로 사용하였다. 다시 10배 희석한 각 시료의 희석시료액 1 mL에 5% NaNO₂ 300 μL를 섞고 5분이 지나서 10% AlCl₃·6H₂O 600 μL를 넣고 다시 5분 방치 후, 마지막으로 1 N NaOH 2 mL를 혼합하여 30분간 실온의 암소에서 정치하여 반응시켰다. 분광광도계(SP2000UV, Woongiscience Co., Seoul, Korea)에서 510 nm로 맞춘 후 각 반응액의 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 quercetin (Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA)을 사용하였으며 작성한 검량선에 흡광도를 대입하여 총 플라보노이드 함량을 mg QUE/100 g으로 산출하였다.

9. 통계처리

모든 결과 값은 SPSS (Statistical package for the social sciences, Ver 20.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA) 프로그램을 이용하였으며 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실행하여 결과 값의 평균±표준편차로 나타내었다. 결과 값에서 평균 간의 유의성은 Duncan 다중비교법(Duncan's multiple range test)을 사용하여 p<0.05 수준으로 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 케이크 반죽의 비중, 케이크의 굽기손실률 및 비용적

스펀지케이크에 대한 반죽의 비중과 케이크의 굽기손실률 및 비용적은 <Table 2>의 결과 값과 같다. 반죽의 비중은 거품 형성 정도의 지표로서 많은 공기 함유로 케이크의 부피가 증가하여 비중이 낮아지면 조직감은 좀 더 부드러워지나 잘 부서지게 되고 기공이 조밀하게 되어 부피가 적어져 비중이 높아지게 되면 상대적으로 좀 더 단단한 조직감의 케이크가 된다(An & Hwang 2013). 본 연구의 스펀지케이크에 새싹보리 및 녹차 가루를 2, 4% 첨가하여도 대조군과 반죽의 비중에서 유의한 차이를 보이지 않아 조직감에 영향을 주지 않은 것으로 판단된다. 케이크의 굽기손실률은 굽는 과정에서 열에 의해 수분이 증발하여 생기는 손실비율로 굽기손실률이 높으면 케이크의 저장기간을 단축시키고 낮으면 촉촉한 조직감과 저장기간을 유지한다고 보고되고 있다(Park & Chung 2020). 본 실험에서는 대조군이 13.34%로 가장 높은 유의적인 값을 보였으며(p<0.05), 새싹보리 첨가군에서는 BS2 및 BS4가 11.46% 및 11.50%로 유의차를 보이지 않았고 녹차 첨가군은 새싹보리 첨가군보다 유의적으로 모두 높아 GS2 및 GS4가 12.39% 및 11.96%로 나타내었다(p<0.05). 본 연구에서 비용적은 대조군 2.69 mL/g에 비해 새싹보리 및 녹차를 2, 4% 첨가한 스펀지케이크가 2.84-2.95 mL/g으로 유의적으로 증가하였으나(p<0.05), 새싹보리 및 녹차 첨가군들 간에서는 유의차를 보이지 않았다. 밀가루 대체 첨가물이 증가할수록 일반적으로 결합력이 약화되는 스펀지케이크의 비용적은 12% 이내의 방풍 분말 첨가에서는 오히려 긍정적인 영향을 주었다고 보고한 바 있어(Jung 2020), 본 실험과 유사한 결과를 보여주고 있다. Kim et al. (2019)의 선행연구에서 레몬밤 스펀지케이크 2, 4% 첨가군에서도 대조군보다 약간 증가하는 값을 보인 바 있다.

2. 케이크의 수분과 회분 함량, 당도 및 pH

수분과 회분 함량, 당도 및 pH는 본 스펀지케이크에서 <Table 3>과 같이 나타났다. 본 실험의 수분 함량은 대조군

<Table 2> Specific gravity (batter), baking loss rate and specific volume of the sponge cakes

| Variables | Specific gravity (batter) | Baking loss rate (%) | Specific volume (mL/g) |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Control ¹⁾ | 0.92±0.01 | 13.34±0.08 ^{a3)} | 2.69±0.09 ^b |
| BS2 | 0.92±0.01 | 11.46±0.05 ^d | 2.86±0.08 ^a |
| BS4 | 0.93±0.01 | 11.50±0.06 ^d | 2.84±0.01 ^a |
| GS2 | 0.93±0.01 | 12.39±0.04 ^b | 2.92±0.03 ^a |
| GS4 | 0.94±0.01 | 11.96±0.04 ^c | 2.95±0.04 ^a |
| F-value | 2.30 | 584.52 ^{***2)} | 8.60 ^{**} |

¹⁾Refer to <Table 1>

²⁾**p<0.01, ***p<0.001

³⁾Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

<Table 3> Moisture, ash, sugar contents and pH of the sponge cakes

| Variables | Moisture (%) | Ash (%) | Sugar contents (°Brix) | pH |
|-----------------------|---------------------------|-----------|------------------------|------------------------|
| Control ¹⁾ | 30.44±0.12 ^{a3)} | 0.65±0.57 | 2.30±0.20 ^a | 8.61±0.03 ^a |
| BS2 | 30.47±0.23 ^a | 0.67±1.17 | 2.06±0.09 ^b | 8.48±0.02 ^b |
| BS4 | 28.19±0.09 ^d | 1.30±0.61 | 2.30±0.10 ^a | 7.90±0.02 ^c |
| GS2 | 29.45±0.05 ^c | 0.99±0.02 | 1.56±0.05 ^d | 8.22±0.02 ^c |
| GS4 | 29.93±0.10 ^b | 0.97±0.04 | 1.80±0.07 ^c | 8.01±0.02 ^d |
| F-value | 145.98 ^{***2)} | 0.52 | 39.50 ^{***} | 944.48 ^{***} |

¹⁾Refer to <Table 1>

²⁾***p<0.001

³⁾Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

이 유의적으로 가장 높은 값인 30.44%로 평가되었으며 새싹보리 첨가군은 첨가량이 증가할수록 BS2의 30.47% 및 BS4의 28.19%로 감소하였고 녹차 첨가군은 GS2가 29.45%, GS4가 29.93%로 나타났다(p<0.05). 선행연구 레몬밤 스펀지 케이크에서도 새싹보리 첨가군과 마찬가지로 2% 첨가군이 4% 첨가군보다 높은 수분함량을 보였다(Kim et al. 2019). 스펀지케이크의 수분함량은 조직감, 팽창력 및 저장성에 주요 인자로 평가되고 있으며 반죽의 수분함량이 많이 적은 경우 케이크의 부피가 작아진다고 하였다(Lee et al. 2009). 회분 함량에서는 대조군보다는 첨가군에서 다소 높아지는 경향을 보였으나 스펀지케이크의 무기질 함량에 영향을 줄 유의한 차이는 없었다. 본 실험의 당도는 대조군의 값이 2.30 °Brix로 유의적으로 가장 높게 나타났으며 새싹보리 첨가군에서는 BS4가 2.30°Brix로 대조군과 같은 값을 보였고 BS2는 2.06°Brix로 약간 낮은 당도를 나타내었다(p<0.05). 녹차 첨가군은 좀더 낮은 당도를 보여 GS4가 1.80°Brix, GS2가 1.56°Brix로 유의적으로 점점 감소했다(p<0.05). 일반적인 스펀지케이크의 pH는 7.3-7.6의 범위로 그 값이 높아지면 기공이 커지고 부피가 증가하게 되며, 낮아지면 기공이 점차 감소하고 부피도 줄어들게 된다고 보고된 바 있다(Park & Chung 2020). 본 연구의 pH는 대조군이 8.61로 가장 높은 값을 보여 좀 더 기공이 컸을 것으로 판단되며 새싹보리 첨가군에서는 BS2의 8.48, BS4의 7.90으로 유의적으로 낮아졌고 녹차 첨가군에서는 GS2의 8.22, GS4의 8.01 순으로 유의적인 감소를 보였다(p<0.05). 2% 첨가군에서는 녹차 첨가군이 낮은 pH를 보였고 4% 첨가군에서는 새싹보리 첨가군이 유의적으로 낮은 값으로 평가되었다(p<0.05).

3. 케이크의 부피지수, 대칭성지수, 균일성지수

스펀지케이크의 부피지수, 대칭성지수, 균일성지수는 <Table 4>에 제시하였다. 본 실험의 부피지수는 대조군이 13.43으로 첨가군과 유의차를 보이며 가장 낮은 값을 보였다(p<0.05). 새싹보리 첨가군에서는 BS2의 14.87에 비해 BS4의 14.07로 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 부피지수가 감소하였다

<Table 4> Volume index, symmetry index and uniformity index of the sponge cakes

| Variables | Volume index | Symmetry index | Uniformity index |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| Control ¹⁾ | 13.43±0.15 ^{c3)} | 0.87±0.12 ^b | -0.37±0.15 ^b |
| BS2 | 14.87±0.12 ^a | 1.33±0.12 ^a | -0.67±0.12 ^c |
| BS4 | 14.07±0.21 ^b | 0.73±0.25 ^b | -0.30±0.17 ^{ab} |
| GS2 | 14.80±0.10 ^a | 0.20±0.10 ^c | -0.10±0.10 ^a |
| GS4 | 14.90±0.20 ^a | 1.40±0.10 ^a | -0.70±0.00 ^c |
| F-value | 48.24 ^{***2)} | 32.62 ^{***} | 12.65 ^{**} |

¹⁾Refer to <Table 1>

²⁾**p<0.01, ***p<0.001

³⁾Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

(p<0.05). 녹차 첨가군에서는 GS2가 14.80, GS4가 14.90으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 선행연구에서 레몬밤 첨가군에서도 녹차 첨가군과 같이 2, 4% 첨가량이 증가하여도 부피지수에서 변화를 나타내지 않았다(Kim et al. 2019). 대칭성지수는 음수이면 중앙부분이 꺼진 상태, 0에 가까워지면 평평한 상태, 양수이면 중앙부분이 올라간 상태라고 하였다(Jung 2020). 본 연구에서는 새싹보리 첨가군은 BS2가 1.33으로 대조군의 0.87 및 BS4의 0.73보다 유의적으로 가장 높아 다소 중앙부분이 올라간 상태로 평가되었다(p<0.05). 그러나 녹차 첨가군은 첨가량이 증가된 GS4가 1.40으로 GS2의 0.20보다 유의적으로 높은 값을 보여 중앙부분이 더 올라간 것으로 판단된다(p<0.05). 케이크의 좌우로 치우친 정도를 나타내는 균일성지수는(Choi et al. 2007) 본 실험의 새싹보리 첨가군에서 BS2가 -0.67의 값으로 대조군의 -0.37 및 BS4의 -0.30에 비해 유의적으로 높아져 케이크의 치우침이 더 많았던 것으로 사료된다(p<0.05). 대칭성지수와 마찬가지로 균일성지수에서도 녹차 첨가군은 GS4가 -0.70으로 GS2의 -0.10보다 유의적으로 높아 케이크가 균일하지 못한 것으로 나타났으며 GS2는 대조군보다도 유의적으로 케이크가 치우치지 않고 균일한 것으로 평가되었다(p<0.05).

4. 케이크의 색도 및 단면 촬영

새싹보리 및 녹차를 첨가한 스펀지케이크의 색도는 <Table 5>, 단면은 <Figure 1>에서 보여주고 있다. 케이크의 crumb 만을 사용한 색도에서 명암인 L값은 대조군이 85.00으로 가장 밝았고 각 첨가군에서도 유의차를 보였다(p<0.05). 첨가군에서는 첨가물질이 증가할수록 L값은 점점 어두워져 새싹보리 첨가군에서는 BS2가 73.50, BS4가 67.66으로 낮아졌으며 녹차 첨가군에서 GS2가 68.21, GS4가 65.57로 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 2% 첨가군으로 비교해 볼때는 새싹보리 첨가군보다 녹차 첨가군이 더 어두웠으며 4% 첨가군에서도 녹차 첨가군이 좀더 유의적으로 낮은 값을 보였다(p<0.05). a값은 적색도를 나타내며 녹차 첨가군인 GS2가 1.07, GS4가 -0.77로 대조군의 -1.49보다도 높게 나타났으며 새싹보리 첨가군인 BS2는 -10.51, BS4는 -12.91로 대조군보다 낮게 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 황색도를 나타내는 b값은 새싹보리 첨가군에서 대조군의 33.25보다 BS2의 38.81 및 BS4의 41.40이 유의적으로 더 높은 값을 보였으며 녹차 첨가군은 대조군보다 더 낮은 값으로 GS2가 28.26, GS4가 31.20을 나타내 유의적인 차이를 나타내었다(p<0.05). 선행연구인 레몬밤 스펀지케이크에서는 L값은 본 실험과 같은 결과를 보여 첨가물질이 증가할수록 유의적으로 색이 어두워졌으며 a값과 b값에서는 본 실험과 달리 2, 4% 첨가군에서 유의차를 보이지 않았다(Kim et al. 2019). 케이크의 색도는 스펀지케이크에 첨가되는 분말의 색과 종류, 굽는 과정 중 발생하는 아미노-카보닐반응 그리고 열에

의한 갈변 반응 정도 등에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Kim & Kim 2017).

스펀지케이크의 단면을 살펴보면 첨가물이 증가할수록 대조군보다 색에서 진해지는 것을 볼 수 있었으며 비슷한 녹색 성분을 가진 첨가물인데도 열을 가한 후 제조된 스펀지케이크에 새싹보리 첨가군과 녹차 첨가군이 확연히 다른 색을 보이는 것을 알 수 있었다. 기공의 발달 정도는 2, 4%를 넣은 새싹보리 첨가군과 녹차 첨가군 모두에서 대조군과 유사하여 첨가물의 4%까지는 기공발달에 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 녹차 분말 함유 쌀 스펀지케이크에서도 녹차 분말 1-3%까지는 대조군과 부피 차이를 보이지 않았다고 보고하고 있다(Lee & Hwang 2016).

5. 케이크의 조직감

본 실험의 조직감은 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 부서짐성(brittleness)을 평가하여 <Table 6>에 나타내었다. 스펀지케이크의 경도, 탄력성 및 응집성에서는 2, 4%를 넣은 새싹보리 첨가군과 녹차 첨가군 모두 첨가량에 관계없이 대조군과 유사한 값을 보여 품질에 영향을 주지 않은 것으로 나타났다. 선행연구인 레몬밤 스펀지케이크에서도 2, 4%를 넣은 첨가군에서 대조군과 유의미한 차이가 없어 품질에 변화를 보이지 않았다(Kim et al. 2019). 부서짐성은 새싹보리 2%를 첨가한 BS2가 469.10 g으로 대조군의 731.88 g 및 BS4의 771.35 g보다 유의하게 낮은 값으로 평가되었으며 녹차 첨가군은 대조군뿐 아니라 첨가량의 증감에서도 유의미한 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 양배추 분말 스펀지케이크에서 양배추 5~15%까지 첨가하여도 대조군과 부서짐성에 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고하고 있다(Kim & Kim 2017).

6. 향산화 활성

1) DPPH 라디칼 소거활성

스펀지케이크의 향산화 활성은 <Table 7>과 같다. DPPH 라디칼 소거활성에서 새싹보리 첨가군은 대조군 0.95%에 비해 BS2는 1.61%, BS4는 1.99%로 약간 높은 값을 보였으나 녹차 첨가군은 GS2가 15.87%, GS4가 39.40%로 대조군이나 새싹보리 첨가군들보다도 월등히 높은 유의적인 값을 보여 산화방지 효과가 많을 것으로 평가되었다(p<0.05). 녹차 분말 첨가 쌀 스펀지케이크 연구(Lee & Hwang 2016)에

<Table 5> Color values of the sponge cakes

| Variables | L ¹⁾ | a | b |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Control ²⁾ | 85.00±0.02 ^{a4)} | -1.49±0.03 ^c | 33.25±0.05 ^c |
| BS2 | 73.50±0.02 ^b | -10.51±0.07 ^d | 38.81±0.03 ^b |
| BS4 | 67.66±0.01 ^d | -12.91±0.09 ^e | 41.40±0.03 ^a |
| GS2 | 68.21±0.03 ^c | 1.07±0.06 ^a | 28.26±0.05 ^e |
| GS4 | 65.57±0.01 ^e | -0.77±0.07 ^b | 31.20±0.05 ^d |
| F-value | 1010194.26 ^{***3)} | 42627.81 ^{***} | 82359.32 ^{***} |

¹⁾L, Light scale (100=pure white, 0 = black); a, redness (+100=red, -80=green); b, yellowness (+70=yellow, -70=blue)

²⁾Refer to <Table 1>

³⁾***p<0.001

⁴⁾Mean±S.D, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.



<Figure 1> Cross sectional view of the sponge cakes

¹⁾Refer to <Table 1>

<Table 6> Texture properties of the sponge cakes using rheometer

| Variables | Hardness (g/cm ²) | Springness (%) | Cohesivness (%) | Brittleness (g) |
|-----------------------|-------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|
| Control ¹⁾ | 2560.00±438.63 | 99.33±0.58 | 102.37±7.20 | 731.88±101.63 ^{a3)} |
| BS2 | 2012.50±193.63 | 100.30±4.39 | 86.05±17.31 | 469.10±93.20 ^b |
| BS4 | 3130.00±1436.21 | 100.20±2.43 | 99.76±33.56 | 771.35±159.62 ^a |
| GS2 | 2556.67±162.58 | 100.00±2.65 | 107.00±10.58 | 755.86±64.45 ^a |
| GS4 | 2880.00±208.09 | 99.00±1.73 | 99.90±4.00 | 799.86±70.60 ^a |
| F-value | 1.09 | 0.14 | 0.51 | 6.58 ^{**2)} |

¹⁾Refer to <Table 1>

²⁾**p<0.01

³⁾Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan’s multiple range test.

<Table 7> Antioxidation activities of the sponge cakes

| Variables | DPPH (%) | ABTS (%) | Phenol (mg GAE/100g) | Flavonoid (mg QUE/100g) |
|-----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Control ¹⁾ | 0.95±0.53 ^{d3)} | 42.32±3.02 ^d | 0.15±0.01 ^e | 13.60±0.37 ^e |
| BS2 | 1.61±0.65 ^{cd} | 49.32±1.46 ^c | 0.16±0.01 ^d | 17.20±0.88 ^b |
| BS4 | 1.99±0.76 ^c | 54.89±0.42 ^b | 0.25±0.00 ^c | 18.60±1.67 ^b |
| GS2 | 15.87±0.61 ^b | 87.70±0.16 ^a | 0.30±0.00 ^b | 18.16±0.80 ^b |
| GS4 | 39.40±1.05 ^a | 87.96±0.87 ^a | 0.36±0.00 ^a | 24.96±1.31 ^a |
| F-value | 2480.89 ^{***2)} | 585.44 ^{***} | 1279.04 ^{***} | 69.72 ^{***} |

¹⁾Refer to <Table 1>

²⁾***p<0.001

³⁾Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan’s multiple range test.

서도 대조군에 비해 녹차 1~5% 첨가군에서 약 16-77배의 높은 DPPH 라디칼 소거활성도를 보인 것으로 나타났다.

2) ABTS 라디칼 소거활성

ABTS 라디칼 소거활성도 새싹보리 첨가군에서는 BS2가 49.32%, BS4가 54.89%로 대조군의 42.32%보다 약간 높게 나타났다. 녹차 첨가군에서는 대조군이나 새싹보리 첨가군들에 비해 약 2배 가까운 값으로 GS2의 87.70%, GS4의 87.96%의 유의적으로 높은 항산화 활성을 보였다(p<0.05). Kim et al. (2019)의 선행연구인 레몬밤 스펀지케이크에서는 2, 4% 첨가 시 대조군보다 약 1.5배 정도의 항산화력을 보인 바 있다.

3) 총 페놀 함량

총 페놀 함량은 새싹보리 첨가군인 BS2가 0.15 mg GAE/100 g, BS4가 0.25 mg GAE/100 g로 대조군의 0.15 mg GAE/100 g보다 유의적으로 높은 함량을 보였고 녹차 첨가군인 GS2는 0.30 mg GAE/100 g, GS4는 0.36 mg GAE/100 g으로 대조군뿐 아니라 새싹보리 첨가군들보다도 높은 유의적인 값을 나타내었다(p<0.05). 2% 첨가군에서는 새싹보리 첨가군은 대조군보다 약간 높았으나 녹차 첨가군은 2배나 높은 함량을 보였고 4% 첨가군에서는 새싹보리 첨가군도 약 1.5배 이상, 녹차 첨가군도 약 2.5배 가까이 유의적으로 높은 값으로 평가되었다(p<0.05). 선행연구 레몬밤 스펀지케이크

에서 2% 첨가군에서 대조군에 비해 약 1배 넘게, 4% 첨가군에서 약 1.5배의 유의적인 차이를 보이며 높게 나타났다 (Kim et al. 2019).

4) 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 함량에서 새싹보리 첨가군 BS2는 17.20 mg QUE/100 g 및 BS4는 18.60 mg QUE/100 g으로 대조군의 13.60 mg QUE/100 g보다 유의적으로 높은 값을 보였으나(p<0.05) 2, 4% 첨가군 간에는 유의차를 나타내지 않았다. 녹차 첨가군에서는 GS2가 18.16 mg QUE/100 g, GS4가 24.96 mg QUE/100 g의 값으로 녹차 첨가가 증가할수록 대조군보다 훨씬 높은 유의적인 값을 나타내었다(p<0.05). 특히, 4% 녹차 첨가군은 대조군보다는 약 2배 가까이, 새싹보리 첨가군보다는 약 1.5배 유의적으로 높게 평가되었다 (p<0.05). 선행연구 레몬밤 스펀지케이크에서 2, 4% 첨가 시 새싹보리 첨가군과 유사하여 첨가군 간에 유의차를 보이지 않았다(Kim et al. 2019).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 다양한 건강지향적 식재료를 첨가한 스펀지케이크 제품 개발을 위하여 각각 2, 4%의 새싹보리 첨가군 및 녹차 첨가군을 제조하여 품질특성을 조사하였다. 그

결과, 굽기손실률은 새싹보리 첨가군인 BS2 및 BS4가 11.46% 및 11.50%로, 녹차 첨가군은 GS2 및 GS4가 12.39% 및 11.96%로 새싹보리 첨가군보다 높았으나 대조군의 13.34%보다 유의적으로 낮은 값의 결과를 보였다($p < 0.05$). 비용적은 새싹보리 및 녹차를 2, 4% 첨가한 스펀지케이크가 2.84-2.95 mL/g으로 대조군 2.69 mL/g에 비해 유의적으로 증가되는 값을 보였다($p < 0.05$). 당도는 대조군 및 새싹보리 첨가군이 2.30°Brix로 유의적으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 부피지수는 대조군의 13.43이 가장 낮은 값으로 첨가군과 유의차를 보였고 새싹보리 첨가군에서는 BS2의 14.87에 비해 BS4의 14.07로 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 부피지수가 감소하였다($p < 0.05$). 케이크의 crumb만을 사용한 색도에서 L값은 대조군이 85.00으로 가장 밝았고 첨가군에서는 첨가물질이 증가할수록 새싹보리 첨가군에서 BS2가 73.50, BS4가 67.66으로 낮아졌으며 녹차 첨가군에서도 GS2가 68.21, GS4가 65.57로 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 단면 촬영에서 첨가물이 증가할수록 대조군보다 색에서 진해지는 것을 볼 수 있었다. 기계적 품질특성은 부서짐성에서 새싹보리 2%를 첨가한 BS2가 469.10 g으로 대조군의 731.88 g 및 BS4의 771.35 g보다 유의하게 낮은 값으로 평가되었다($p < 0.05$). DPPH 라디칼 소거활성에서 대조군 0.95%에 비해 녹차 첨가군인 GS2가 약 15배, GS4가 약 40배 월등히 높은 유의적인 값을 보였다($p < 0.05$). ABTS 라디칼 소거활성도 대조군의 42.32%보다 녹차 첨가군에서는 약 2배 가까운 값으로 GS2의 87.70%, GS4의 87.96%의 유의적으로 높은 항산화 활성을 보였다($p < 0.05$). 총 페놀 함량은 대조군의 0.15 mg GAE/100 g보다 새싹보리 첨가군인 BS4가 0.25 mg GAE/100 g, 녹차 첨가군인 GS2는 0.30 mg GAE/100 g, GS4는 0.36 mg GAE/100 g으로 높은 유의적인 값을 나타내었다($p < 0.05$). 총 플라보노이드 함량에서 녹차 첨가군인 GS4가 24.96 mg QUE/100 g의 값으로 대조군보다는 약 2배 유의적으로 더 높게 평가되었다($p < 0.05$).

본 연구는 천연 식재료인 새싹보리와 녹차 가루를 활용하여 항산화 및 항균 작용에 도움이 되는 스펀지케이크를 개발하기 위해 실시되었다. 본 결과, 항산화성이 가장 우수한 실험군으로는 4% 녹차 첨가군이었으며 품질특성면으로는 새싹보리와 녹차를 2, 4% 첨가하여도 대조군과 큰 차이를 보이지 않아 향후 기호도 검사를 실시하여 기능성과 항산화성을 가지면서도 소비자의 기호에 맞는 제품을 개발할 필요가 있다. 스펀지케이크에 다양한 기능성 천연재료들의 첨가는 개인 건강과 면역력 강화에 도움을 줄 수 있고 다양한 디저트 케이크 개발 및 특성연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

저자정보

김은경(용인대학교대학원 식품영양학과, 강사, 0000-0002-2678-5614)

Acknowledgments

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2020S1A5B5A17090134).

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- AACC. 2000. Approved method of the AACC. 10th ed. American Association of Cereal Chemists. Washington DC, USA, pp 10-52
- AACC. 2003. AACC method-10. Baking Quality. American Association of Cereal Chemists. Washington DC, USA, 05-91
- An HL, Hwang YK. 2013. Quality characteristics of yellow layer cake added with coffee silver skin. Korean J. Culin. Res., 19(3):33-45
- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 17th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA, pp 33-36
- Blois M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181(1):1191-1200
- Byeon YS, Kim HY. 2015. Antioxidative characteristics of dried type sodium reduced chicken *bibimbap* using dandelion complex extract powder of AF-343 as a home meal replacement. Korean J. Food. Cook. Sci., 31(3):378-386
- Cho KO, Kim SI. 2013. The quality characteristics of boiled pork supplemented with tea extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 42(5):774-78
- Choi GY, Kim HD, Bae JH. 2007. Quality characteristics of sponge cakes occurred with percentages of persimmon leaves powder added. Korean J. Culin. Res., 13(4):269-278
- Choi HI. 2018. The characteristics of sponge cake with moringa powder. Culi. Sci. & Hos. Res., 24(3):188-195
- Choi YJ, Kim EK, Kim HY. 2020. Physicochemical and antioxidant properties of cookies prepared using powders of barley sprout, lemon balm, and green tea. J. Korean Soc. Food Cult., 35(5):459-466
- Folin O., Denis W.. 1915. A colorimetric method for determination of phenols (phenol derivatives) in urine. J. Biol Chem., 22(2):305-308
- Ju T, Oh HS, Kim MJ, Kang ST. 2016. Quality characteristics of sponge cake with lemon grass powder. Korean J. Food Sci. Technol., 48(4):347-353
- Jung HN. 2020. Quality characteristics and retrogradation analysis of sponge cake added with freeze dried *peucedanum*

- japonicum* powder. Korean J. Food Preserv., 27(2):178-187
- Kim EK, Kang NE, Park YI, Kim HY. 2019. Physicochemical and antioxidative properties of sponge cake with added *melissa officinalis*. J. Korean Soc. Food Cult., 34(6):793-800
- Kim HY, Koh BK. 2012. Food Culinary Science. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp 170-171
- Kim MK, Kim DY. 2015. Anti-inflammatory effect of barley leaf ethanol extract in LPS-stimulated RAW264.7 macrophage. Korean J. Food Preserv., 22(5):735-743
- Kim SY, Kim KJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activity of sponge cake with cabbage powder. Korean J. Food Preserv., 24(2):294-302
- Lee GS, Han GP. 2018. Characteristics of sponge cake prepared by the addition of sweet pumpkin powder. Korean J. Food Preserv., 25(5):507-515
- Lee JS, Seong YB, Jeong BY, Yoon SJ, Lee IS, Jeong YH. 2009. Quality characteristics of sponge cake with black garlic powder added. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38(9):1222-1228
- Lee MJ, Hwang ES. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cake with added green tea powder. Korean J. Food Sci. Technol., 48(4):354-360
- Lee SH. 2020. Quality characteristics of *injeulmi* with barley sprout powder. J. Agricult., Life & Environment. Sci., 32(2):67-76
- Lim YS, Kim MJ, Kang YS. 2017. Quality characteristics of *sulgidduk* added with barley sprout using different drying methods. Culi. Sci. & Hos. Res., 23(7):220-233
- Lim YS, Kim MJ, Lee SJ, Kang YS. 2018. Quality characteristics of *jeolpyun* added with barley sprout using different processing methods. Culi. Sci. & Hos. Res., 24(8):110-123
- O HB, Jung KY, Shin SY, Kim YS. 2017. Quality properties of sponge cake containing dangyuja (*citrus grandis osbeck*) powder. Culi. Sci. & Hos. Res., 23(8):83-89
- Park HR, Chung CH. 2020. Quality characteristics of sponge cake with added barley sprouts powder. Culi. Sci. & Hos. Res., 26(7):151-162
- Park JH, Kim YO, Kug YI, Cho DB, Choi HK. 2003. Effects of green tea powder on noodle properties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32(7):1021-1025
- Park JS, Kang ST. 2021. Quality characteristics of *nurungji* added with barley sprout powder. Food Eng. Prog., 25(1):1-7
- Park SE, Seo SH, Kim EJ, Lee KM, Son HS. 2017. Quality characteristics of string cheese prepared with barley sprouts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 46(7):841-847
- 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
- Ryu JY, Song YW, Moon JY, Jun NJ, Cho SK. 2017. Antioxidant activities of soymilk added with green tea and rosemary extract. Korean J. Food Preserv., 24(6):871-878
- Yang JW, Lee KM, Ham HM, Kwak JE, Kim YH, Jeong HS, Lee JS. 2017. Effects of green tea powder addition on antioxidant activities and texture properties of cooked rice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 46(6):765-770
- Yeo SB, Yeo SH, Park HD. 2017. Quality characteristics, antioxidant activity and storage properties of fermented milk added with green tea powder. Korean J. Food Preserv., 24(5):576-584

Received January 21, 2022; revised February 9, 2022; revised February 21, 2022; accepted February 22, 2022