

표고버섯 분말을 첨가한 양갱의 품질 특성 및 항산화성

윤소원¹ · 김수진¹ · 김미리^{2*}

¹충남대학교 식품영양학과 석사과정, ²충남대학교 식품영양학과 교수

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of *Yanggaeng* Added with *Lentinus edodes* Powder

So Won Yun¹, Su Jin Kim¹ and Mee Ree Kim^{2*}

¹Master Student, Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the quality characteristics and antioxidant activity of *Yanggaeng* added with *Lentinus edodes* powder(LE). *Yanggaeng* was prepared with various levels of LE(0, 1, 3, and 5%). The moisture content of the control was the lowest, followed in order by 1, 3, and 5% LE addition. The sugar content and reducing sugar content decreased significantly as the amount of LE increased. The pH of *Yanggaeng* added with LE decreased according to the amount of LE, whereas acidity increased. The lightness and yellowness values in the Hunter color system decreased based on the amounts of LE concentrate added to *Yanggaeng*, whereas the redness value increased. In the texture analysis, hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience of the control were highest, followed in order by 1, 3, and 5% LE addition. Total phenol content was highest in *Yanggaeng* added with 5% LE. Antioxidant activities based on DPPH and hydroxyl radical scavenging activities significantly increased as the amount of LE increased. In the sensory evaluation for *Yanggaeng*, 1~3% LE addition was most appropriate. These results are expected to contribute to the quality improvement of LE powder added *Yanggaeng*.

Key words: *Lentinus edodes*, *Yanggaeng*, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

표고버섯(*Lentinus edodes*)은 참나무, 밤나무, 서어나무 등의 활엽수에 기생하는 담자균류 주름버섯목 느타리목 한국, 일본, 중국 등 동남아시아 지역에서 주로 재배된다(Kim HS 등 2013). 우리나라에서는 생산량이 가장 많은 버섯으로 특유의 향미성분과 약리효과를 가지고 있어 예로부터 능이 및 송이버섯과 함께 식용 및 약용으로 널리 이용되어져 왔다(Hong TH 등 2011). 표고버섯은 구아닐산과 아데닐산을 함유하고 있는데 이는 표고버섯 특유의 감칠맛을 내며 이밖에 글루타민산 등의 유리아미노산이 다른 버섯보다 많이 함유되어있다(Hwang TH & Park JE 2005). 표고버섯의 방향 성분은 유황 함유 성분을 갖고 있는 레티오닌이고, 뼈를 튼튼하게 해주고 조혈작용에 도움을 주는 비타민 D의 전구체인 프로비타민 D, 에르고스테롤 등의 성분이 풍부해 자외선에

노출되면 칼슘의 흡수를 도와주는 비타민 D로 전환되게 된다(Noh BS 등 2011). 또한, 칼슘, 인, 철, 아연 등의 무기질도 함유되어있으며 각종 아미노산, 비타민 성분은 많이 함유되어 있는 반면 칼로리와 지방 함량은 낮아 영양학적으로도 가치가 높다(Chang R 1996). 표고버섯은 식이섬유소의 함유량도 많은데 이러한 식이섬유소는 지질의 흡수를 억제하여 콜레스테롤의 상승을 억제해주고 대장암, 당뇨병, 심장질환, 당뇨병 등의 성인병을 예방한다(Hwang JH & Park JE 2005). 이뿐만 아니라, 표고버섯 중에 있는 에리타데닌이라는 성분은 혈중 콜레스테롤을 억제하고 혈압을 강하시키며 동맥경화를 예방하는데 효과가 있다(Park JS & Na HS 2007; Tian Y 등 2016). 표고버섯에 들어있는 β -glucan은 강한 항종양활성을 갖고 있어 암억제 효과와 성인병 예방에 효과가 있어 항암주사약제로 이용되고 있다(Choi SJ 등 2010). 그러나 표고버섯은 보통 수분함량이 70~90%로 높아 부패하기 쉽고 조직이 연하여 재배과정에서의 부주의나 채취 후의 저장상태 및 기상악화로 갈변화가 일어나기 쉽다(Jang HL 등 2015). 이러한 갈변화로 상품성은 상실되지만 항산화 활성의

* Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel: +82-42-821-6837, Fax: +82-42-821-8671, E-mail: mrkim@cnu.ac.kr

저하는 나타나지 않아 건강기능성식품 제조용 소재로서의 활용은 적절할 것으로 보고되었다(Kang MY 등 2004).

한편, 양갱은 한천, 팔랑금 등을 이용해 만드는 식품으로 가정에서도 쉽게 만들 수 있고 에너지가 높은 기호식품으로 수요가 꾸준히 증대되고 있다(Han JM & Chung HJ 2013). 최근 건강에 대한 소비자들의 관심으로 기존의 양갱에서 기능성 부재료를 첨가한 양갱도 계속해서 개발되고 있으며 시중에서는 팥, 밤, 고구마, 딸기, 녹차, 매실 등 다양한 재료와 결합한 양갱이 판매되고 있다(Jung BM 2004). 현재 양갱에 관한 연구로는 녹차가루를 첨가한 양갱(Choi EJ 등 2010), 황기가루를 첨가한 양갱(Min SH & Park OJ 2008), 흑임자 분말을 첨가한 양갱(Seo HM & Lee JH 2013), 콜라겐을 첨가한 양갱(Choi JY 2015) 등에 관하여 보고되었으나 현재 표고버섯을 이용한 양갱에 관한 연구는 없다. 따라서, 천연소재로부터 산화 및 라디칼 반응을 막는 항산화 물질을 찾는 연구가 활발하게 진행되고 있음에 따라 표고버섯이 이에 부합하는 기능성 소재로 가치가 높다고 판단하여 본 연구에서는 항산화능과 기능성이 우수한 표고버섯을 첨가하여 먹기 편리하고 맛 좋은 표고버섯 양갱을 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

표고버섯 분말은 충남 농업마이스터대학(Chungnam agriculture meister college, Dajeon, Korea)에서 받은 것을 사용했다. 양갱의 재료로는 팔랑금(Deadoo, Seoul, Korea), 한천(Myungshin, Yangsan, Korea), 프락토올리고당과 설탕(CJ, Seoul, Korea)을 사용하였다. 그 외에 사용된 시약으로는 glucose(Duksan pharmaceutical Co., Ltd. Ansan, Korea), Folin-Denis(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), tannic acid

(Yakuri Pure Chem Co., Kyoto, Japan), DPPH(2,2-diphenyl-2-picryl hydrazyl, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA), EDTA(Junsei chemical Co., Saitama, Japan), TCA(Sigma-Aldrich Co. St. Louis, MO, USA), TBA(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 등이 있다.

2. 양갱 제조 방법

표고버섯 양갱의 재료배합은 Table 1과 같다. 양갱의 제조는 물에 한천을 풀어 약불에서 15분간 끓여주고, 프락토올리고당과 설탕을 첨가하여 1분간 저어주었다. 팔랑금과 표고버섯 분말을 첨가하여 10분간 저어주면서 끓여준 뒤 틀에 부어 1시간의 cooling 시간을 거친 후 실험에 시료로 사용하였다. 예비실험과 감각평가를 통해 양갱에 첨가되는 팔랑금 중에 표고버섯 분말의 비율을 0%, 1%, 3%, 5%로 결정했다.

3. 이화학적 특성

1) 수분함량

양갱의 수분함량은 각 시료를 약 1.5 g씩 칭량하여 적외선 수분측정기(US/Retriever 500 Sartorius, Frankfurt, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정하였으며, 평균값을 구했다.

2) 당도 및 환원당

당도는 시료를 증류수로 5배 희석하여 균질화 시킨 후, 원심 분리(15 min, 4°C, 3,000 rpm)하여 상등액을 취해 당도계(N-1E Brix 0~92%, Atago Co, Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 환원당은 당도 측정과 동일한 시료를 5배 희석하여 분광광도계(UV-1800 240V, Beckman, Fullerton, CA, USA)를 통해 dinitrosalicylic acid(DNS)에 의한 비색법으로 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며 glucose를 농도별로 반

Table 1. Ingredients composition of *Yanggaeng* prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder

(Unit: g)

Ingredients	Control ¹⁾	LE 1	LE 3	LE 5
Red bean paste	200	196	188	180
Fructo-oligosaccharide	20	20	20	20
Sugar	26	26	26	26
Agar	4	4	4	4
Water	150	150	150	150
<i>Lentinus edodes</i> powder	0	4	12	20
Total weight	400	400	400	400

¹⁾ Control: *Yanggaeng* without *Lentinus edodes* powder, LE 1: *Yanggaeng* added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: *Yanggaeng* added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: *Yanggaeng* added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

응시커 표준곡선으로 사용했다.

3) pH 및 산도

pH는 AOAC method(1990)를 적용하여 시료 5 g을 취하여 20 mL의 증류수와 함께 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, Mourjou, France)로 균질화(speed 7, 2 min)하였다. 원심분리(15 min, 4°C, 3,000 rpm)한 후 상등액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)로 측정하였다. 산도는 pH 측정과 동일한 시료의 상등액 10 mL만 취하여 0.1 N NaOH Buffer로 pH 8.3까지 도달하는데 필요한 NaOH량(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 총산 함량을 나타냈다.

4) 색도

색도는 양갱을 페트리디쉬(50 × 12 mm)에 빈틈없이 균일하게 담아 색차계(ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter 색체계의 L값(명도, Lightness), a값(적색도, Redness), b값(황색도, Yellowness)을 3회 반복 측정된 값을 평균으로 나타냈다. L값 81.83, a값 80.31, b값 91.62, ΔE값 0.00인 표준백판을 사용했다.

5) 물성특성

물성 특성을 알아보기 위하여 1.5 × 1.5 × 1.5 cm로 일정한 크기의 양갱을 Texture analyser(TA/XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 사용하여 5회 이상 반복 측정하였다. Plunger(Ø 25 mm)를 이용하여 양갱의 고르고 편평한 부분의 hardness, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, resilience를 측정하였다. 분석조건은 pre test speed 2.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/s, post test speed 2.0 mm/s, distance 7.0 mm, return distance 20.0 mm, contact force 5.0 g로 설정했다.

4. 항산화성

1) Total Phenol 함량

Total phenol은 페놀성을 띤 물질이 청색으로 나타나는 현상을 이용한 Folin-Denis법(Folin O & Denis W 1912)으로 측정하였다. 동결건조 시킨 시료 1.5 g과 MeOH 50 mL를 혼합 후, 15시간 동안 교반한 뒤, 원심분리(15 min, 4°C, 3,000 rpm)하여 얻어진 상등액을 감압농축기(EYELA SB-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 용매를 휘발하여 추출물만 남겼다. 추출물을 PBS buffer로 녹여 100 mg/mL 시료용액 50 μL에 증류수 50 μL과 Folin-Denis 시약500 μL을 넣고 5분간 반응시킨 다음, 7.5% Na₂CO₃ 포화용액 400 μL을 넣고 암소에서 30분간 반응시켜 760 nm에서 흡광도를 측정

하였다. Standard curve는 tannic acid를 농도별로 희석한 것을 반응시켜 사용하였다.

2) DPPH 라디칼 소거능

Total phenol 함량과 동일한 방법으로 추출물을 얻은 후 추출물에 MeOH을 100 mg/mL 농도가 되도록 첨가하여 추출물 용액을 제조한 뒤 시료 용액으로 사용하였다. 시료용액을 농도별로 희석하여 50 μL에 1.5 × 10⁻⁴ mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)용액 150 μL를 첨가한 후 30분 동안 암소에서 방치한 뒤 515 nm에서 흡광도를 측정하여 라디칼 소거능(%)을 아래의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 IC₅₀ 값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{Sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \times 100$$

3) Hydroxyl 라디칼 소거능

Total phenol 함량과 동일한 방법으로 추출물을 얻은 후 추출물이 100 mg/mL 농도가 되도록 PBS(phosphate-buffered saline) buffer로 녹인 뒤 사용하였다. 시료를 농도별로 희석하여 시료용액 150 μL에 PBS buffer 350 μL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM FeCl₃, 1 mM H₂O₂ 용액을 각각 100 μL씩 순서대로 넣어 37°C에서 1 시간동안 반응시간을 주었다. 이후, 2% TCA용액 1mL과 1% TBA용액 1 mL을 넣어 100°C에서 20 분간 반응시킨 후 냉각하여 원심분리한 뒤 상등액을 취하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 라디칼 소거능(%)을 아래의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 IC₅₀ 값을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{Sample}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}} \times 100$$

5. 감각평가

감각평가는 표고버섯 분말의 첨가량에 따른 양갱의 감각적 특성 차이를 알아보기 위해 강도와 기호도 특성으로 나누어 평가하였다. 강도검사는 충분한 교육과 예비검사를 통해 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 선발한 충남대학교 식품영양학과 학생 17명을 패널로 선정하여 실험에 응하도록 하였고 기호도검사는 무작위로 선발한 충남대학교 식품영양학과 17명을 대상으로 나누어 실시하였다. 모든 시료는 일정한 크기로 잘라 난수표에 의해 세자리 숫자로 표시하였다. 강도검사는 외관(윤기(glossiness), 색(color)), 냄새

새(표고버섯 향(incense of LE)), 맛(단맛(sweetness), 표고버섯 맛(flavor of LE)), 조직감(경도(hardness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness)), 잔여감(sense after tasting)에 대해 평가하였고(1점: 매우 약하다, 7점: 매우 강하다), 기호도 검사는 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture) 및 전반적인 기호도(overall preference)에 대해 7점 척도법으로 평가하였다(1점: 매우 싫다, 7점: 매우 좋다). 향은 시료를 제공받은 즉시 평가하였고 조직감은 시료를 입에 넣은 후 처음 씹었을 때의 느낌을 평가하였으며 따뜻한 물을 함께 제공하였다.

6. 통계처리

모든 실험결과는 반복 측정을 통해 평균과 표준편차로 나타냈으며 SPSS 21.0(Statistical Package for Social Science. SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램의 ANOVA)을 통해 유의성이 있는 경우에 신뢰구간 $p < 0.05$ 에서 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 검정했다.

결과 및 고찰

1. 수분함량

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 수분함량은 Table 2와 같다. 표고버섯 분말을 첨가하지 않은 대조군의 수분함량은 46.51%로 가장 낮았고, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 46.80%, 3% 첨가 양갱은 48.65%, 5% 첨가 양갱은 50.43%로 나타났다. 표고버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 수분함량

이 비례적으로 증가하는 경향을 보였으며, 표고버섯 분말을 3% 이상 첨가하였을 때부터 대조군과 유의적인 차이를 보여 ($p < 0.05$) 표고버섯 분말 첨가군에서 수분을 보유하는 효과가 있음을 시사했다. 표고버섯 중의 식이섬유는 건물에서는 48.8%, 생물에서는 6.05%로 다른 식용버섯의 식이섬유 함유량이 각각 19.02~42.41%, 1.42~3.88%인 것과 비교했을 때 현저히 높은 것으로 나타났다(Yim SB 등 1991). 이러한 식이섬유는 일정량의 수분을 흡수하여 보유하는 역할을 하는데 양갱 제조시에 표고버섯 중의 식이섬유가 양갱의 내부 조직에 있는 수분의 유출을 방지하도록 도와 표고버섯 분말의 농도에 비례하여 수분함량도 증가하는 것으로 사료된다(Seung JJ 1995). 이러한 결과는 같은 느타리버섯과에 속하는 새송이버섯 분말을 첨가한 양갱에서도 대조군이 가장 낮고 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보여 본 실험과 유사한 결과를 나타냈다(Kim MJ & Chung HJ 2017b).

2. 당도 및 환원당

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 당도 및 환원당은 Table 3과 같다. 당도는 표고버섯 분말을 첨가하지 않은 대조군은 25.7 °Brix, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 24.5 °Brix, 3% 첨가 양갱은 23.2 °Brix, 5% 양갱은 21.0 °Brix로 대조군에 비해 표고버섯 분말 첨가군에서 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 환원당도 표고버섯 분말을 첨가하지 않은 대조군이 1.93%, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 1.75%, 3% 첨가 양갱은 1.62%, 5% 첨가 양갱은 1.09%로 당도와 마찬가지로 표고버섯 분말을 첨가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 5% 첨가군부터 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 팔앙

Table 2. Moisture, sugar content, reducing sugar content, pH, acidity and color value of Yanggaeng prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder

	Control ¹⁾	LE 1	LE 3	LE 5
Moisture (%)	46.51±0.78 ^{b2)3)}	46.80±0.59 ^b	48.65±0.59 ^a	50.43±0.89 ^a
Sugar content (°Brix)	25.7±0.15 ^a	24.5±0.17 ^{ab}	23.2±0.15 ^b	21.0±0.10 ^c
Reducing sugar content (%)	1.93±0.33 ^a	1.75±0.10 ^a	1.62±0.03 ^a	1.09±0.16 ^b
pH	6.27±0.09 ^a	6.17±0.03 ^b	5.86±0.01 ^c	5.74±0.01 ^d
Acidity (%)	0.01±0.00 ^d	0.02±0.00 ^c	0.05±0.00 ^b	0.09±0.00 ^a
Lightness (L)	17.49±0.08 ^a	15.54±0.04 ^b	12.43±0.12 ^c	10.47±0.02 ^d
Color value	Redness (a)	7.31±0.18 ^b	7.80±0.07 ^b	8.09±0.03 ^b
	Yellowness (b)	3.80±0.06 ^a	3.67±0.03 ^a	3.28±0.05 ^b

¹⁾ Control: Yanggaeng without *Lentinus edodes* powder, LE 1: Yanggaeng added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: Yanggaeng added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: Yanggaeng added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

²⁾ All values are Mean±S.D. (n=3).

³⁾ a~d: Values with different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 3. Texture of *Yanggaeng* prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder

	Control ¹⁾	LE 1	LE 3	LE 5
Hardness (g)	4,170±131 ^a	3,809±110 ^b	3,505±72 ^{bc}	3,348±184 ^c
Springiness	0.97±0.02 ^a	0.97±0.01 ^a	0.93±0.01 ^{ab}	0.91±0.01 ^b
Cohesiveness	0.54±0.02 ^a	0.52±0.01 ^a	0.51±0.01 ^a	0.48±0.02 ^b
Gumminess	4,682±329 ^a	4,396±341 ^a	4,193±242 ^a	3,982±340 ^b
Chewiness	4,689±330 ^a	4,498±341 ^a	4,180±217 ^a	3,798±339 ^b
Resilience	0.04±0.00 ^a	0.03±0.00 ^b	0.03±0.00 ^b	0.03±0.00 ^b

¹⁾ Control: *Yanggaeng* without *Lentinus edodes* powder, LE 1: *Yanggaeng* added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: *Yanggaeng* added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: *Yanggaeng* added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

²⁾ All values are Mean±S.D. (n=5).

³⁾ a~d: Values with different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

금은 설탕, 물엿 등이 혼합되어 제조된 35~55 °Brix로 높은 당을 함유하고 있는 식재료로 표고버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 팔랑금의 비율은 상대적으로 감소되므로 당도나 환원당이 낮아지는 결과로 보여진다.

3. pH 및 산도

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 pH 및 산도는 Table 3과 같다. 표고버섯 분말을 첨가하지 않은 대조군의 pH는 6.27, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 6.17, 3% 첨가 양갱은 5.86, 5% 첨가 양갱은 5.74로 표고버섯 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 산도의 경우 대조군은 0.01%, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 0.02%, 3% 첨가 양갱은 0.05%, 5% 첨가 양갱은 0.09%로 전체적으로 낮은 값을 보였지만 표고버섯의 첨가량이 증가할수록 pH와 반비례하여 높아지는 경향을 나타내었다. Hong JS 등(1988)과 Seo JS 등(1997)에 따르면 표고버섯의 총 유기산 함량은 1.4~3.6%로 malic acid와 citric acid, oxalic acid를 특히 많이 함유하고 있다고 보고하여 표고버섯에 함유된 유기산 성분이 양갱의 pH와 산도에 영향을 주었다고 보았다.

4. 색도

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 색도 측정 결과는 Table 2와 같다. 대조군과 표고버섯 분말 첨가군의 L값(명도)은 각각 17.49, 15.54, 12.43 10.47로 표고버섯 분말을 첨가할수록 유의적인 감소를 나타냈다($p<0.05$). 이는 표고버섯 가루의 회갈색이 수분을 흡수하여 색이 어두워지기 때문인 것으로 보인다. a값(적색도)은 대조군과 표고버섯 첨가군 각각 7.31, 7.80, 8.09 8.38로 표고버섯 분말을 첨가할수록 적색도가 증가하였고 대조군과 5% 시료 간에 유의적 차이를 나타내었다($P<0.05$). b값(황색도)은 대조군과 표고버섯 첨가군

각각 3.80, 3.67, 3.28, 2.61로 표고버섯 첨가량에 따라 낮아지는 경향을 나타냈다($p<0.05$). 이는 새송이버섯 분말을 첨가한 양갱에 비해 명도와 적색도는 높았으나 황색도는 낮은 수준을 보였다(Kim MJ & Chung HJ 2017b). 표고버섯 분말을 첨가한 가래떡에서 표고버섯 분말의 첨가량에 따라 본 실험의 명도, 적색도, 황색도와 동일한 경향을 보였으며(Hyun YH 등 2014), 이밖에 표고버섯 분말을 찹쌀떡핀에 첨가하였을 때에도 본 실험의 결과와 같이 표고버섯 가루 첨가량과 함께 적색도는 증가하였으나, 황색도는 표고버섯 가루보다 달걀의 영향이 더 크다고 보고하여 달걀 첨가량과 함께 증가하는 경향을 보였다(Kim BR & Joo N 2012).

5. 물성특성

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 물성은 Texture analyzer로 측정하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다. Hardness(경도)의 경우, 대조군은 4,170 g, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 3,809 g, 3% 첨가 양갱은 3,505 g, 5% 첨가 양갱은 3,348 g으로 표고버섯을 첨가할수록 경도가 낮아지는 경향을 보였으며 각 시료 간의 유의적 차이가 나타났다($p<0.05$). 경도는 양갱의 부드러운 식감을 결정짓는 중요한 요소로 새송이버섯 분말을 첨가한 양갱에서는 이와 반대로 대조군에 비해 첨가군에서 경도가 증가하는 결과를 보였는데, 이는 새송이버섯 분말의 식이섬유소가 양갱의 제조과정에서 팽윤하고 서로 겹쳐서 경도에 영향을 미친 것으로 보고하였다(Kim MJ & Chung HJ 2017b). 반면에, 녹차가루 첨가양갱(Choi EJ 등 2010), 흑임자 분말을 첨가한 양갱(Seo HM & Lee JH 2013)에서는 부재료의 첨가 비율이 증가할수록 양갱의 경도가 감소했다고 하여 본 실험과 일치하는 결과를 나타냈다. Springiness(탄력성)은 대조군이 0.97, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 0.97, 3% 첨가 양갱은 0.93, 5% 첨가 양갱은 0.91

로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 이는 표고버섯 분말을 첨가한 다식과 같이 표고버섯 분말에 함유된 식이섬유에 의해 양갱 조직의 상호 탄력성을 약화시킨 결과로 생각된다(Hwang SJ 2009). 콜라겐을 첨가한 양갱 실험(Choi JY 2015)에서 콜라겐 첨가군에서 탄력성이 감소하는 경향을 보인 것과 유사한 결과를 보였다. Cohesiveness(응집성)은 대조군이 0.54, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 0.52, 3% 첨가 양갱은 0.51, 5% 첨가 양갱은 0.48로 다소 감소하였으며, 시료 간의 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 이는 표고버섯에 의해 pH가 낮아져서 한천젤 형성에 영향을 미친 결과로 사료된다(Phillips GO & Williams PA 2000). Gumminess(겉성)은 대조군이 4,682, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱이 4,396, 3% 표고버섯 첨가 양갱이 4,193, 5% 표고버섯 첨가 양갱이 3,982로 감소했다($p < 0.05$). Chewiness(씹힘성)은 대조군이 4,689, 1% 표고버섯 분말 첨가군이 4,498, 3% 첨가군이 4,180, 5% 첨가군이 3,798로 경도와 같이 감소하는 경향을 보였으며, 시료 간의 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 이 결과는 계화가루(Fang X 등 2018), 여주분말(Lee SH 등 2015)에 의해 씹힘성이 증가한다는 결과와 황기가루를 첨가하여 제조한 양갱(Min SH & Park OJ 2008)의 조직감 측정실험에서 황기가루의 비율이 증가할수록 씹힘성이 증가한다는 결과와 상반되었다. Resilience(회복 탄력성)은 대조군이 0.04, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱이 0.03, 3% 첨가 양갱이 0.03, 5% 첨가 양갱이 0.03으로 시료 간의 유의적 차이를 나타내어 첨가되는 부재료의 특성에 따라 양갱의 물성이 달라지는 것으로 보인다($p < 0.05$).

6. Total Phenol 함량

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 총 phenol 함량 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조군의 총 phenol 함량은 0.08 mg/mL, 1% 표고버섯 분말 첨가 양갱은 0.26 mg/mL, 3% 첨가 양갱은 0.34 mg/mL, 5% 첨가 양갱은 0.41 mg/mL로 표고버섯의 첨가량이 증가함에 따라 총 phenol 함량이 증가했다. 폴리페놀계 물질들은 산화환원 반응에서 기질로 작용하며, 한 분자 내에 2개 이상의 OH기를 가진 방향족 화합물들을 가리킨다(Jung HA & Kim AN 2001). 식물성 페놀 화합물들은 자유라디칼 생성을 소거하며, 지질의 산화를 억제하는 가장 대표적인 항산화 물질로 보고되었으며 고혈압 억제, 항에이즈, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다(Shahidi F 등 1992). 표고버섯 물 추출물 첨가 쿠키(Jung KI 등 2019)와 표고버섯 분말 첨가 쌀쿠키(Kim MJ & Chung HJ 2017a)에서도 표고버섯에 의해 총 폴리페놀 함량이 높게 나타났으며, 표고버섯 분말을 첨가한 천연 조미료 추출물의 항산화 효과(Yoo SJ 등 2012)에서는 부탄올 분획물에서 총 폴리페

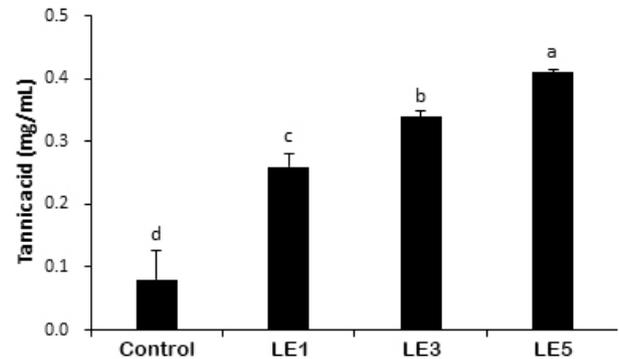


Fig. 1. Total phenol contents of *Yanggaeng* prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder.

Control: *Yanggaeng* without *Lentinus edodes* powder, LE 1: *Yanggaeng* added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: *Yanggaeng* added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: *Yanggaeng* added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

All values are Mean \pm S.D. (n=3).

^{a-d}: Values with different superscripts above bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

놀 함량이 16.38 mg/100 mL으로 측정되었다. 이러한 결과를 토대로 표고버섯이 식용 및 약용으로서의 효능이 있음을 확인하였고 양갱에 첨가시에도 항산화 소재로서의 기능이 기대된다.

7. DPPH 라디칼 소거능

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과, IC₅₀ 값은 Fig. 2와 같다. 대조군의 IC₅₀ 값은 114.02 mg/mL, 1% 표고버섯 분말 첨가군은 94.25 mg/mL, 3% 첨가군은 82.28 mg/mL, 5% 첨가군은 60.81 mg/mL로 표고버섯의 첨가량이 증가할수록 IC₅₀ 값이 낮아지는 경향이 나타났다. 이는 DPPH 라디칼 소거능이 높아짐을 의미하며 Kong CS 등(2019)은 표고버섯 물 추출물의 농도에 의존하여 DPPH 라디칼 소거능이 증가했다고 보고하였으며, 표고버섯 분말을 첨가한 쌀 쿠키에서도(Kim MJ & Chung HJ 2017a) 대조군에 비해 표고버섯 분말 첨가군에서 DPPH 라디칼 소거능이 높아지는 결과를 보여 표고버섯 분말의 첨가가 항산화 증진과 유의적인 연관성이 있다고 사료된다. 표고버섯 중의 β -glucan은 단백질 혹은 세포벽성분과 결합하고 있는 세포벽 구성 유효성분으로 면역활성체의 기능, 항산화능, 항생제, 생체 조직의 재생과 치유 등에 효과가 있다고 보고되어(Nakajima A 등 2002) 표고버섯 분말 첨가 양갱의 DPPH 라디칼 소거능 우수는 이에 기인한 결과로 사료된다. Choi

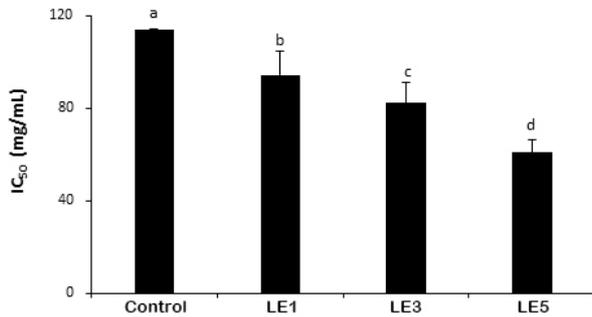


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of Yanggaeng prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder.

control: Yanggaeng without *Lentinus edodes* powder, LE 1: Yanggaeng added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: Yanggaeng added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: Yanggaeng added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

All values are Mean±S.D. (n=3).

^{a-d}: Values with different superscripts above bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

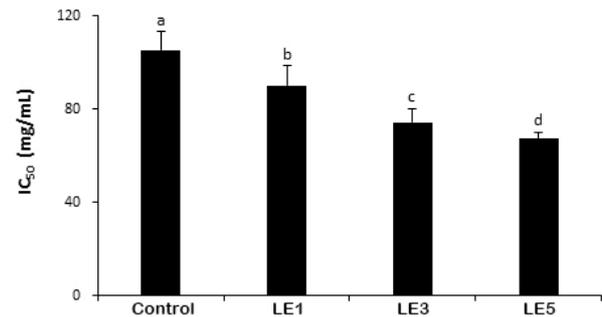


Fig. 3. Hydroxyl radical oxidation activity of Yanggaeng prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder.

control: Yanggaeng without *Lentinus edodes* powder, LE 1: Yanggaeng added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: Yanggaeng added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: Yanggaeng added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

All values are Mean±S.D. (n=3).

^{a-d}: Values with different superscripts above bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

SJ 등(2010)에 따르면 주요 식용버섯 추출물의 β -glucan 함량을 비교했을 때, 표고버섯에서 33.50% 함유되어 가장 높게 측정되었으며 이밖에 애느타리버섯 25.57%, 상항버섯 23.92%순으로 측정되었다. 따라서 이와 같이 생리활성 및 항산화성이 우수한 표고버섯이 기능성식품의 소재로 충분히 이용 가능할 것으로 사료된다.

8. Hydroxyl 라디칼 소거능

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 Hydroxyl 라디칼 소거능 측정 결과, IC₅₀값은 Fig. 3와 같다. 대조군의 IC₅₀값은 105.18 mg/mL로 시료들 중 가장 높게 나왔다. 1% 표고버섯 분말 첨가군은 89.96 mg/mL, 3% 첨가군은 74.40 mg/mL, 5% 첨가군은 67.64 mg/mL로 표고버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 IC₅₀값이 점점 감소하였다. 이는 표고버섯 분말을 첨가할수록 대조군에 비해 Hydroxyl 라디칼 소거능이 높아지는 것으로, 표고버섯 첨가량이 증가할수록 무첨가군인 대조군보다 더 우수한 항산화 효과가 기대된다. 버섯의 담자균이 생산하는 특정 구조를 갖는 다당류는 면역과 항암에 효과가 있다고 알려졌는데(Franz G 1989), 표고버섯의 다당류는 자유라디칼에 의한 세포막 손상을 줄일 수 있으며 표고버섯에서 추출한 다당류 섭취군에서 항산화 효소활성이 증가한다고 보고되었다(Xu C 등 2008). 또한, 표고버섯에서 분리된 다당류의 일종인 Lentinan은 세포 면역반응을 촉진시키고 강력한 항종양 활성을 갖고 있어 표고버섯

의 항산화성 및 생리활성에 기여하는 주요한 기능성 물질인 것으로 사료된다(Hwang JH & Park JE 2005). 이 밖에 표고버섯 물 추출물은 과도하게 증가한 ROS를 감소시켜 산화스트레스로부터 세포 보호와 NO 생성을 억제하는 우수한 천연 항염증제로서의 가능성을 확인할 수 있었다(Kong CS 등 2019).

9. 감각평가

1) 강도 특성

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 강도 특성은 Table 4와 같다. 윤기는 대조군과 첨가군에서 각각 4.2, 4.2, 3.7, 3.1점으로 점차 약해졌으며 대조군과 5% 표고버섯 첨가군에서 유의적 차를 보였다($p<0.05$). 이는 숙성 흑유포를 첨가한 양갱에서도 첨가군에서(Lee SR 등 2017) 유의적으로 윤기가 감소하였다는 결과와 일치하였는데 윤기는 당에 의한 영향을 받으므로 당도가 감소함에 따라 윤기가 약해진다고 보았다. 색은 대조군과 첨가군이 각각 2.4, 3.9, 5.0, 5.9점으로 표고버섯 분말의 첨가량에 따라 유의적으로 강도가 높아졌다($p<0.05$). 이는 표고버섯을 첨가할수록 명도는 어두워지고 적색도 값이 높아지는 경향과 일치하였다. 표고버섯 냄새는 대조군과 첨가군에서 각각 1.2, 2.9, 4.2, 6.1점으로 표고버섯 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 강해졌다($p<0.05$). 대조군과 표고버섯 분말 첨가군에서 점수 차가 큰 것으로 나타

Table 4. Intensity evaluation of *Yanggaeng* prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder

	Control ¹⁾	LE 1	LE 3	LE 5
Glossiness	4.2±1.2 ^{a2)3)}	4.2±1.7 ^a	3.7±0.8 ^a	3.1±1.1 ^b
Color	2.4±1.4 ^d	3.9±1.2 ^c	5.0±0.6 ^b	5.9±1.3 ^a
Incense of LE	1.2±0.4 ^d	2.9±0.8 ^c	4.2±0.9 ^b	6.1±0.8 ^a
Sweetness	4.9±1.1 ^a	4.2±0.9 ^b	4.2±0.6 ^b	3.9±1.3 ^b
Flavor of LE	1.0±0.0 ^d	2.9±0.9 ^c	4.5±1.1 ^b	6.1±1.1 ^a
Hardness	3.1±0.9 ^c	3.7±0.9 ^b	3.9±0.9 ^a	3.9±0.9 ^a
Springiness	3.4±0.8 ^a	3.4±0.8 ^a	3.5±0.8 ^a	3.1±0.9 ^b
Adhesiveness	3.1±0.9 ^{NS}	3.2±0.8	3.4±1.2	3.5±1.4
Sense after tasting	2.8±1.6 ^c	3.8±1.1 ^b	4.5±1.2 ^a	5.5±1.3 ^a

¹⁾ Control: *Yanggaeng* without *Lentinus edodes* powder, LE 1: *Yanggaeng* added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: *Yanggaeng* added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: *Yanggaeng* added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

²⁾ All values are Mean±S.D. (n=17).

³⁾ a~d: Values with different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

나 표고버섯 분말 첨가가 향에 미치는 영향이 큰 것으로 보인다. 단맛은 대조군에서 4.9점으로 가장 강했으나 5% 첨가군에서 3.9점으로 서서히 낮아져 당도 및 환원당의 결과와 일치하였다. 표고버섯 맛은 대조군과 첨가군에서 각각 1.0, 2.9, 4.5, 6.1점으로 표고버섯 분말을 첨가할수록 증가하여($p<0.05$) 5% 첨가군에서는 표고버섯의 맛이 다소 강하게 나타나는 것으로 보인다. 경도는 대조군에서 3.1점으로 가장 낮았고 대조군과 첨가군 사이에 큰 차이는 없었으나 표고버섯 분말을 첨가할수록 미미하게 증가세를 보였다($p<0.05$). 이는 양갱의 물성을 기계로 측정하였을 때와 다소 차이가 있음을 보여주었다. 탄력성은 대조군과 첨가군에서 각각 3.4, 3.4, 3.5, 3.1점으로 표고버섯 분말의 첨가량에 따라 시료들 간의 큰 차이가 없었으나 5% 첨가군과 나머지 시료간의 유의적인 차이가

보였다($p<0.05$). 부착성은 대조군과 첨가군에서 3.1, 3.2, 3.4, 3.5점으로 유의적 차이를 나타나지 않았다. 잔여감은 대조군이 2.8, 첨가군들이 각각 3.8, 4.5, 5.5점으로 표고버섯 분말의 첨가량에 비례하여 강도가 강하게 나타났다. 이는 표고버섯의 특유의 향과 맛이 강하여 일반 양갱과의 차이가 확연히 나타나는 것으로 사료된다.

2) 기호도 특성

표고버섯 분말 첨가량에 따른 양갱의 기호도 특성은 Table 5와 같다. 색은 대조군과 첨가군 각각 3.7, 4.8, 4.7, 3.3점으로 1% 표고버섯 첨가 양갱이 4.8점으로 가장 높은 점수를 받아 표고버섯 분말의 진한색을 오히려 많이 띠면 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 향과 맛은 1% 표고버섯 첨가군에

Table 5. Preference test of *Yanggaeng* added prepared with different amounts of *Lentinus edodes* powder

	Control ¹⁾	LE 1	LE 3	LE 5
Color	3.7±1.4 ^{ab1)3)}	4.8±1.0 ^a	4.7±1.2 ^a	3.3±1.4 ^b
Flavor	4.2±1.2 ^a	4.5±1.2 ^a	4.1±1.2 ^a	2.6±0.9 ^b
Taste	4.5±1.3 ^a	4.6±1.5 ^a	4.4±1.4 ^a	2.8±1.5 ^b
Texture	4.0±1.3 ^a	4.6±1.3 ^a	4.7±1.4 ^a	3.8±1.2 ^b
Overall preference	4.0±1.2 ^a	4.8±1.3 ^a	4.6±1.4 ^a	2.6±1.4 ^b

¹⁾ Control: *Yanggaeng* without *Lentinus edodes* powder, LE 1: *Yanggaeng* added with 1% of *Lentinus edodes* powder, LE 3: *Yanggaeng* added with 3% of *Lentinus edodes* powder, LE 5: *Yanggaeng* added with 5% of *Lentinus edodes* powder.

²⁾ All values are Mean±S.D. (n=17).

³⁾ a~d: Values with different superscripts in a same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

서 각각 4.5, 4.6으로 가장 높았으며 표고버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 기호도가 낮아짐이 확연히 나타났다. 조직감은 대조군과 첨가군이 각각 4.0, 4.6, 4.7, 3.8점으로 3% 첨가군에서 가장 높은 점수를 받았다. 전체적인 기호도는 1% 표고버섯 첨가 양갱이 4.8점으로 가장 높았으며, 표고버섯 분말을 가장 많이 첨가한 5% 표고버섯 분말 첨가 양갱에서 가장 낮은 점수를 받아 차이를 보였다. 이 결과로 미루어 보아 표고버섯 분말을 1~3% 첨가하였을 색, 향, 맛 등에서 감각적인 측면이 가장 좋으며 높은 기호도를 나타낼 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 독특한 향과 맛을 내며 우수한 약리적 효과가 있는 표고버섯 분말을 팔랑금 무개를 기준으로 양을 달리해(0% 1%, 3%, 5%) 양갱에 첨가하여 이화학적 품질 특성과 항산화성 및 감각적 특성을 평가하였다.

표고버섯 양갱의 수분함량은 표고버섯 분말을 첨가할수록 유의적인 차이로 증가하여 수분 보유력이 우수해지는 것으로 나타났다. 당도와 환원당은 표고버섯 분말을 첨가할수록 유의적으로 낮아졌다. pH는 표고버섯 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였고, 반대로 산도는 표고버섯 분말의 비율이 증가할수록 높게 나타났다. 명도와 황색도는 표고버섯 분말을 첨가할수록 유의적으로 감소하였고 적색도는 표고버섯 분말 첨가량이 증가할수록 높아졌다. 양갱의 물성은 표고버섯 분말을 첨가할수록 모든 특성에서 유의적으로 감소하여 표고버섯 분말을 첨가할수록 저작시에 부드러워지는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 총 페놀성 물질 함량의 경우 표고버섯 분말 첨가량이 많아질수록 농도의존적으로 높게 나타났다. DPPH 라디칼 소거능과 Hydroxyl 라디칼 소거능 실험에서 대조군에 비해 첨가군에서 IC_{50} 값이 낮게 나타났다. 표고버섯 분말에 따라 농도 의존적으로 항산화능이 증가했다. 감각평가 결과 강도특성에서 표고버섯 분말을 첨가할수록 색, 표고버섯 냄새, 맛이 높게 나타났으며, 이와는 반대로 윤기, 단맛은 표고버섯을 첨가할수록 낮게 나타나 표고버섯 분말의 첨가가 감각적 특성에 미치는 영향이 큰 것으로 사료된다. 기호도 특성에서는 외관, 색, 맛, 전체적인 기호도에서 1% 첨가군과 3% 첨가군이 대조군과 5% 첨가군에 비해 높은 점수를 받아 차이를 보였다.

이상의 연구를 통해 양갱을 제조할 때 표고버섯 분말을 첨가하면 양갱의 수분함량, 물성 등의 측면에서 품질이 개선되고 항산화능이 우수할 것으로 사료된다. 또한 강도 특성과 기호도도 특성을 고려하였을 때 표고버섯 분말 1~3% 첨가시에 가장 적절한 첨가량으로 보였으며 5% 이상 첨가하는 것은 바람직하지 않을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- AOAC (1990) Official Methods of Analysis of AOAC International 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Chang R (1996) Functional properties of edible mushroom. *Nutr Rev* 54(11 Pt 2): 91-93.
- Choi EJ, Kim SI, Kim SH (2010) Quality characteristics of *yanggaeng* by the addition of green tea powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 20(3): 415-422.
- Choi JY (2015) Antioxidative capacity and quality characteristics of *Yanggaeng* with added collagen powder. *Korean J Food Nutr* 28(4): 710-716.
- Choi SJ, Lee YS, Kim JK, Kim JK, Lim SS (2010) Physiological activities of extract from edible mushrooms. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(8): 1087-1096.
- Fang X, Kim A, Rho J (2018) Quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with *Osmanthus fragrans* powder. *J East Asian Soc Diet Life* 28(2): 166-177.
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-249.
- Franz G (1989) Polysaccharides in pharmacy: Current applications and future concepts. *Planta Medica* 55(6): 493-497.
- Han JM, Chung HJ (2013) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with blueberry powder. *Korean J Food Preserv* 20(2): 265-271.
- Hong JS, Kim YH, Lee KR, Kim MK, Cho CI, Park KH, Choi YH, Lee JB (1988) Composition of organic acid and fatty acid in *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus*. *Korean J Food Sci Technol* 20(1): 100-105.
- Hong TH, Kim GY, Kim CY, Seo JK, Oh CH, Jeonh YJ (2011) Food Materials Science. Jigu Publishing Co., Korea. pp 133-136.
- Hwang JH, Park JE (2005) Food Materials Science. Hyoil Books, Korea. pp 115-116.
- Hwang SJ (2009) Quality characteristics of soybean *Dasik* containing different amount of *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25(6): 650-654.
- Hyun YH, Pyun JW, Nam HW (2014) Quality characteristics of *Garaedduk* with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Cook Sci* 30(1): 11-21.
- Jang HL, Lee JH, Hwang MJ, Choi YM, Kim HR, Hwang JB, Nam JS (2015) Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities between *Lentinula edodes* and

- new cultivar *Lentinula edodes* GNA01. J Korean Soc Food Sci Nutr 44(10): 1484-1491.
- Jung BM (2004) Nutritional components of yanggeng prepared by different ratio of pumpkin. Korean J Food Cookery Sci 20(6): 614-618.
- Jung HA, Kim AN (2001) Quality characteristics of oak mushroom salad dressing. J East Asian Soc Dietary Life 21(5): 669-676.
- Jung KI, Choi YJ, Oh JH, Lee JI, Park SY, Kim HR, Jeon BJ, Kim D, Kong CS (2019) Quality characteristics of cookies added with *Lentinus edodes* water extract. J Life Sci 29(9): 955-963.
- Kang MY, Kim S, Yun HJ, Yun HJ, Nam SH (2004) Antioxidative activity of the extracts from browned oak mushroom (*Lentinus edodes*) with unmarketable quality. Korean J Food Sci Technol 36(4): 648-654.
- Kim BR, Joo N (2012) Optimization of sweet rice muffin processing prepared with oak mushroom (*Lentinus edodes*) powder. Korean J Food Culture 27(2): 202-210.
- Kim HS, You JH, Jo YC, Lee YJ, Park IB, Park JW, Jung MA, Kim SY, Kim SO (2013) Inhibitory effects of *Lentinus edodes* and rice with *Lentinus edodes* mycelium on diabetes and obesity. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(2): 175-181.
- Kim MJ, Chung HJ (2017a) Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. Korean J Food Preserv 24(3): 421-430.
- Kim MJ, Chung HJ (2017b) Quality characteristics and antioxidant activities of *Yanggaeng* added with *Pleurotus eryngii* powder. J East Asian Soc Dietary Life 27(1): 69-67.
- Kong CS, Choi YJ, Oh JH, Lee JI, Park SY, Kim HR, Jeon BJ, Kim D, Jung KI (2019) Antioxidant activity of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) water extract and its quality characteristics effect in Muffins. J Korean Soc Food Sci Nutr 48(10): 1079-1089.
- Lee SH, Hong EJ, Cho YJ (2015) Quality characteristics of *Yanggaeng* with *Momordica charantia* powder. Korean J Food Preserv 22(3): 335-344.
- Lee SR, Lim JY, Kim MR (2017) Antioxidant activities and quality characteristics of *Yanggeng* added with aged black chestnut inner shell. Korean J Food Preserv 24(2): 303-311.
- Min SH, Park OJ (2008) Quality characteristics of yanggaeng prepared with different amounts of *Astragalus membra-*
naceus powder. J East Asian Soc Dietary Life 18(1): 9-13.
- Nakajima A, Ishida T, Koga M, Takeuchi T, Mazda O, Takeuchi M (2002) Effect of hot water extract from *Agaricus blazei* murill on antibody-producing cells in mice. Int Immunopharmacol 2(8): 1205-1211.
- Noh BS, Lee SJ, Baek HH, Yoon HG, Lee JH, Jeong SH, Lee HS (2011) Food Materials Science. Soohaksa, Korea. pp 116-118.
- Park JS, Na JS (2007) Properties of Jeonbyeong containing *Lentinus edodes* powder. Korean J Food Preserv 14(4): 337-344.
- Phillips GO, Williams PA (2000) Handbook of Hydrocolloids. CRC press, Washington DC.
- Seo HM, Lee JH (2013) Physicochemical and antioxidant properties of *Yanggaeng* incorporated with black sesame powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(1): 143-147.
- Seo JS, Kang SK, Choi BM (1997) Drying characteristics and content change of major components of shiitake mushroom *Lentinus edodes* 2. Changes in major components of shiitake mushroom by drying temperature. Korean J Food Preserv 4(3): 279-286.
- Seung JJ (1995) Physiological activation and utilization of dietary fiber. Food Sci Ind 28(3): 2-23.
- Shahidi F, Janitha PK, Wanasundara PD (1992) Phenolic antioxidants. Crit Rev Food Sci 32(1): 67-103.
- Tian Y, Zhao Y, Huang J, Zeng H, Zheng B (2016) Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. Food Chem 197(2016): 714-722.
- Xu C, Yan ZH, Hong ZJ, Jing G (2008) The pharmacological effect of polysaccharides from *Lentinus edodes* on the oxidative status and expression of VCAM-1mRNA of thoracic aorta endothelial cell in high-fat-diet rats. Carbohydr Polym 74(3): 445-450.
- Yim SB, Kim MO, Koo SJ (1991) Determination of dietary fiber contents in mushrooms. Korean J Soc Food Sci 7(3): 69-76.
- Yoo SJ, Kim SH, Won HR (2012) Component analysis and antioxidant activity of natural seasoning using shiitake (*Lentinus edodes*) powder. Korean J Community Living Sci 23(3): 245-254.