



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2020년 8월

석사학위논문

노루궁뎅이버섯 분말의 영양성분 및 쌀쿠키로 적용

조선대학교 대학원

식품영양학과

박 새 빈

노루궁뎅이버섯 분말의 영양성분 및 쌀쿠키로 적용

Nutritional Components of *Hericium erinaceus* powder
and its Application to Rice Cookies

2020년 8월 28일

조선대학교 대학원
식품영양학과
박 새 빈

노루궁뎅이버섯 분말의 영양성분 및 쌀쿠키로 적용

지도교수 이 재 준

이 논문을 이학 석사학위신청 논문으로 제출함

2020년 5월

조선대학교 대학원

식품영양학과

박 새 빈

박세빈의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 김복희 (인)

위원 조선대학교 교수 이재준 (인)

위원 조선대학교 교수 이수민 (인)

2020년 6월

조선대학교 대학원

목 차

LIST OF TABLES	iv
LIST OF FIGURES	vi
ABSTRACT	vii
제1장 서 론	1
제2장 실험재료 및 방법	5
제1절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 비교	5
1. 실험재료	5
2. 일반성분 분석	5
3. 유리 아미노산 분석	6
4. 지방산 분석	7
5. 유기산 분석	8
6. 비타민 분석	9
7. 무기질 분석	11
8. 색도 측정	12
9. 통계처리	12
제2절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 에탄올 추출물의 항산화 효과 측정 · 13	
1. 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출	13
2. 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량 측정	14
3. DPPH radical 소거능 측정	15

4. ABTS radical 소거능 측정	16
5. 통계처리	16
제3절 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 측정 ...	17
1. 실험재료	17
2. 쌀쿠키의 재료 배합비	17
3. 쌀쿠키의 제조방법	19
4. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 에탄올 추출 시료액 조제	19
5. 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 측정	20
가. 쌀쿠키의 일반성분 분석	20
나. 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량 측정	20
다. 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 측정	20
라. 쌀쿠키 반죽의 pH 측정	21
마. 쌀쿠키 반죽의 밀도 측정	21
바. 쌀쿠키의 퍼짐성 측정	22
사. 쌀쿠키의 경도 측정	22
아. 쌀쿠키의 색도 측정	23
자. 관능검사	23
6. 통계처리	24
제3장 실험결과 및 고찰	25
제1절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 비교	25
1. 일반성분	25
2. 유리 아미노산	27
3. 지방산	29
4. 유기산	31
5. 비타민	33
6. 무기질	35
7. 색도	37

제2절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 에탄올 추출물의 항산화 효과 ...	39
1. 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량	39
2. DPPH radical 소거능	42
3. ABTS radical 소거능	44
제3절 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과	46
1. 쌀쿠키의 일반성분	46
2. 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량	48
3. 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능	50
4. 쌀쿠키 반죽의 pH	54
5. 쌀쿠키 반죽의 밀도	55
6. 쌀쿠키의 퍼짐성	57
7. 쌀쿠키의 경도	59
8. 쌀쿠키의 색도	61
9. 관능검사	63
제4장 요약 및 결론	67
참 고 문 헌	71

LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of free amino acid auto-analyzer	6
Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids	7
Table 3. Analytical condition of ion chromatography for organic acids	8
Table 4. Analytical condition of HPLC for vitamin A and E	10
Table 5. Analytical condition of HPLC for vitamin C	10
Table 6. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals ..	11
Table 7. Ingredients of rice cookies prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	18
Table 8. Proximate compositions of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	26
Table 9. Contents of free amino acids in <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	28
Table 10. Compositions of fatty acids in <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	30
Table 11. Contents of organic acids in <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	32
Table 12. Contents of vitamin A, C and E in <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	34
Table 13. Contents of minerals in <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	36
Table 14. Colorimetric characteristic of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	38
Table 15. DPPH radical scavenging activity of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	43
Table 16. ABTS radical scavenging activity of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	45
Table 17. Proximate compositions of rice cookies prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	47

Table 18. pH values of rice cookies dough prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder 54

Table 19. Spread factor of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder 58

Table 20. Colorimetric characteristics of dough and rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder 62

Table 21. Sensory evaluation of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder 64

Table 22. Sensory test(intensity) of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder 66

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Photographs of <i>Hericium erinaceus</i>	4
Fig. 2. Photographs of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods ...	38
Fig. 3. Contents of total polyphenol of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	40
Fig. 4. Contents of total flavonoid of <i>Hericium erinaceus</i> powder dried by different methods	41
Fig. 5. Changing DPPH color in antioxidant compound	42
Fig. 6. Principle of ABTS scavenging activity	44
Fig. 7. Total polyphenol contents of rice cookies prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	49
Fig. 8. DPPH radical scavenging activity of rice cookies prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	51
Fig. 9. ABTS radical scavenging activity of rice cookies prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	53
Fig. 10. Density of rice cookies dough prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	56
Fig. 11. Hardness of rice cookies prepared with different amounts of <i>Hericium erinaceus</i> powder	60
Fig. 12. Appearance of <i>Hericium erinaceus</i> dough and baked rice cookies	62

ABSTRACT

Nutritional Components of *Hericium erinaceus* powder and its Application to Rice Cookies.

by. Park, Sae-Bin

Advisor : Prof. Lee, Jae-Joon, Ph.D.

Department of Food and Nutrition,

Graduate School of Chosun University

This study was carried out to investigate the physicochemical composition and antioxidative capacity of the *Hericium erinaceus*(HE) powder according to the drying methods(freeze drying and hot air drying), and rice cookies containing HE powder at various amounts.

Firstly, this study was investigated to compare the physicochemical properties and antioxidative activities of freeze dried *Hericium erinaceus*(FHE) and hot air dried *Hericium erinaceus*(HHE). There were no significant difference in moisture content depending on the drying method. The carbohydrate content was high in the FHE, whereas the crude protein, crude fat and ash contents were high in the HHE. The main free amino acid were alanine, glutamic acid, leucine, valine, and the contents of free amino acids including phenylalanine, tyrosine, taurine, glutamic acid and α -aminoadipic acid in the HHE were significantly higher than those in the FHE. Regardless of the drying method, malic acid was the most abundant organic acid in all samples. Major fatty acids were linoleic acid, palmitic acid and oleic acid. Vitamin A content was detected only in the HHE and vitamin E content was significantly higher in the FHE than that in the HHE. Total of eight types of minerals were detected in HE

powder and Na was high in the FHE, while K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, and Zn were high in the HHE. L(lightness) value of rice cookie dough was high in the FHE, but the values of a(redness) and b(yellowness) were high in the HHE. Total polyphenol contents of the FHE and HHE ethanol extracts were founded to be 75.67 ± 1.81 mg GAE/g in the FHE and 72.62 ± 9.96 mg GAE/g in the HHE. Total flavonoid contents of HE ethanol extracts were founded to be 23.89 ± 0.78 mg QE/g in the FHE and 11.92 ± 1.60 mg QE/g in HHE. The DPPH radical scavenging activities of the FHE and HHE ethanol extracts were founded to be 58.97% and 60.88% in 2,000 ppm, respectively. The ABTS radical scavenging activities of the FHE and HHE ethanol extracts were founded to be 73.74% and 76.13% in 2,000 ppm, respectively. Antioxidative capacity of the FHE and HHE ethanol extracts measured were lower than those of the BHT, BHA and ascorbic acid, but higher than those of the control(no addition).

Secondly, the present study was conducted to investigate the antioxidative effects and quality characteristics of rice cookies containing FHE powder. Rice cookies were prepared with different amounts(0, 1, 3, 5 and 7% to the control group rice flour quantity) of FHE powder. Total polyphenol content and ABTS radical scavenging activity of the rice cookies increased with increasing FHE powder amount. Total polyphenol content and ABTS radical scavenging activity for the 7% FHE powder group were significantly higher than those of the other groups. However, it was no significant difference in DPPH radical scavenging activity among groups. The moisture, carbohydrate and NDF contents of the rice cookies decreased significantly with increasing FHE powder, but the crude fat content of the rice cookies increased significantly with increasing FHE powder. pH values of the rice cookies dough was significantly decreased with increasing FHE powder content, but it did not affect the density of the rice cookies dough. Spread factor of the rice cookie was significantly decreased by the addition of FHE powder. Hardness showed significantly higher in the 7% added FHE powder rice cookies than in the other groups. Crust of rice cookies

colors showed that L(lightness) values were significantly decreased with increasing FHE powder content, whereas the a(redness) and b(yellowness) values were increased. In sensory evaluation, rice cookies prepared with the 1% and 3% FHE powder groups showed higher scores, as compared to the other groups, in taste, flavor and texture. And in the sensory test(intensity), by addition of 1% and 3% FHE powder had the higher scores, as compared to the other groups, in aroma, roasted nutty and, graininess. Therefore, this study suggests that added 1% and 3% *Hericium erinaceus* powder to rice cookie is raising the possibility of developments in overall satisfaction and health-functional rice cookies.

제1장 서론

버섯은 탄수화물, 단백질, 지질, 무기질 및 비타민 등의 각종 영양소를 함유하고 풍미가 뛰어나며 다양한 생리활성 물질들을 생산하여 예로부터 식용 및 약용으로 널리 이용된 자연식품으로 알려져 있다. 근래에는 항암 활성(1), 면역증강 효과(2)와 항산화 효과(3) 등의 약리효과가 알려져 의약품 소재 및 건강기능식품으로 많이 이용되고 있다.

그중에서도 노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceus*)은 분류학적으로 담자균강, 민주름버섯목(*Aphyllophorales*), 산호침버섯과(*Hericiaceae*)에 속하는 버섯으로 오래전부터 식용 및 약용버섯으로 알려졌다. 가을철 활엽수의 나무에서 성장하는 이 버섯은 후두균(猴頭菌)이라 중국에서 칭하고 있고, 영문명으로는 Monkey's head mushroom 또는 Lion's mane으로 불리며, 일본에서는 Yamabushitake로 알려져 있다(4)(5). 가을철에 너도밤나무, 떡갈나무 등 활엽수의 상처 부위에서 노루궁뎅이버섯의 자실체가 발생하며 그 크기는 5~30 cm 정도로 초기에는 계란형 또는 반구형으로 성장하면서 자실체 윗면에 짧은 털이 뺨뺨이 자라나고, 앞면에는 수많은 수염털(spines)이 2~6 cm 길이만큼 향지성(向地性)으로 자란다. 초기 자실체 색상은 백색을, 후에 담황색으로 보이고, 자실체는 침 표면에 발달된 형태로 조직은 백색이며 스펀지같은 모양이 특징이다(Fig. 1)(6). 노루궁뎅이버섯의 약효로는 신체 면역체계를 강화시키며 위궤양, 십이지장궤양, 만성장염, 식도암 및 위암의 치료에 효과적임이 알려졌다(7), 한국산 약용버섯 조사 연구에 따르면 노루궁뎅이버섯이 소화불량, 신체허약, 식도암, 만성 위축성 위염, 위암에 효능이 있음이 보고되었다(8). 또한 노루궁뎅이버섯에서 추출한 생리활성 물질 nerve growth factor(NFG)의 구조가 밝혀지면서 중추신경 재생 및 치매병의 치료제로의 이용 가능성(9)이 보고되었고 노루궁뎅이버섯의 열수 추출액에 대해서는 Sarcoma 180 세포에 대한 항종양 효과와 함께 암세포증식 억제 효과가 있다고 보고되었다(10).

최근 들어 웰빙에 대한 소비자들의 관심이 계속적으로 높아지면서 질병을 예방하기 위하여 매일 섭취하는 식품을 통해 건강해질 수 있다는 생각들로 소비 방향에 영향을 주고 있고 생리 활성을 가진 우리 농산물을 식품소재로 두고 제품 개발을 위한 가공 연구가 활발하게 이루어지고 있다(11). 제과 중 쿠키의 기본 재료로 알려진 밀가루, 설탕, 쇼트닝 및 화학 팽창제는 이화학적 특성과 배합 비율에 따라

쿠키 반죽의 특성과 쿠키 제품의 조직감(texture)에 영향을 주는 것으로 보고되었다(12). 특히 저장성과 맛이 뛰어나 전 연령층이 즐겨 찾는 간식인 쿠키는 최근 건강에 관한 관심이 증대되면서 여러 가지 부재료를 첨가하여 기능성을 높여 제조된 쿠키가 이용되고 있다(13). 우리나라에서 오랜 기간 주식으로 섭취해온 작물인 쌀은 급속한 경제발달과 서구화된 식생활 문화로 쌀 소비량이 급속하게 감소하고 있고(14), 국내에서는 탄수화물 식품에 대한 거부감으로 인해 밥으로 이용되는 쌀 소비량이 감소하는 식소비 흐름이 계속되고 있다. 하지만 쌀 가공식품에 대한 세계적인 관심은 높아져 쿠키, 케이크, 스낵 및 파스타 등의 식품에 밀가루를 쌀로 대체하여 제품을 개발하는 연구가 시도되고 있다(15). 비타민 B군, 엽산, 인 등의 다양한 영양소와 식이섬유가 함유된 쌀은 단백질이 6~8% 함유되었으나 글루텐은 함유되지 않아 과민성 장 질환 증상이 없으므로 제과 제조 분야에서 밀가루 대체 재료로 선택함으로써 쌀 소비량을 증가시키는 방법으로 이용될 수 있다(16). 약용 식물의 기능성을 활용한 쌀쿠키로는 구아바 분말(17), 곰취 분말(18), 민들레복합 분말(19), 숙지황 분말(20), 스테비아 잎 분말(21), 음나무 잎 분말(22), 연자와 복령 가루(23) 등을 넣은 연구가 보고되었다.

노루궁뎅이버섯이 기능성 식품소재로서 이용되기 위해서는 저장성 등을 고려했을 때 원물 대신 건조 후 분말의 형태가 바람직하다. 식품 건조 방법에는 인공건조 방법으로 열풍, 동결, 냉풍, 진공, 분무 및 드럼 건조 등 여러 종류가 있는데 수분 함량이 높은 채소, 과일 등의 경우 동결건조와 열풍건조 방법이 있다(24,25). 열풍 건조 방법은 선반 또는 접시에 식품을 얹은 후 건조실에 넣고 열풍으로 건조하는 방식으로 식품을 대량으로 취급할 수 있고 낮은 비용으로 건조할 수 있으므로 경제적으로 효율적이지만 수분 손실로 인한 표면 경화 및 수축 현상, 가열로 인한 영양소 파괴, 건조물 재수화 시 낮은 복원율, 맛과 조직감 저하 등의 문제점이 수반되는 것으로 알려졌다(26). 반면, 동결건조 방법은 식품을 동결시킨 후 고도의 진공 조건에서 식품의 빙결점을 직접 승화시키기 때문에 열로 인해 발생하는 손상을 최소화하여 식품의 향, 색, 맛, 영양소 및 기능성 성분 등 식품 자체가 가지고 있는 특성의 손실이 낮고, 재수화 시에는 건조물의 구조가 그대로 유지되어 복원성이 우수하다는 장점을 가지고 있다. 하지만 동결건조 방법은 건조시간이 길게 소요되고 설비 설치 및 건조에 소요되는 비용이 크다는 단점이 있다(27).

특히 노루궁뎅이버섯의 약효 및 생리 기능성에 대해 알려지면서 노루궁뎅이버섯

분말을 국수(28), 설기떡(29), 진말다식(30), 조미료(31), 죽(32), 크림수프(33) 제조에 첨가하여 품질 특성을 살펴보는 등 식품학적인 측면에서 노루궁뎅이버섯의 다양한 기능성 식품 개발 연구가 진행되고 있으나 건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯의 영양성분 및 항산화 효과를 비교 연구한 사례는 없다.

따라서 본 연구에서는 노루궁뎅이버섯의 영양성분과 기능성 성분 유지를 위한 최적 조건의 건조 방법을 모색하고자 건조 방법을 다르게 처리한 노루궁뎅이버섯 분말의 이화학적 성분과 항산화 활성 변화를 비교 분석하였다. 또한, 노루궁뎅이버섯의 응용 범위를 다양화하기 위한 목적으로 항산화 활성이 더 우수한 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키를 제조하여 쌀쿠키 제조에 적합한 최적의 배합비를 확립하였으며, 품질 특성 및 관능검사 결과를 살펴봄으로써 기능성 식품소재로서의 노루궁뎅이버섯 이용 효율성 증대를 모색하고자 실시하였다.



Fig. 1. Photographs of *Hericium erinaceus*.

제2장 실험재료 및 방법

제1절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 비교

1. 실험재료

본 실험에 사용된 노루궁뎅이버섯은 2019년 7월 GAP 우수관리인증<제1007711호>과 무농약 인증<제23-3-1341호>을 받은 업체(Gyeonggido, Korea)에서 구입하여 수세 없이 잘게 결대로 찢어 각각 동결건조 및 열풍 건조했다. 동결건조는 -70°C 에서 냉동시킨 후에 동결건조기(ED8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 이용하여 72시간 건조했고, 열풍건조는 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO Co., Ltd., Jangseong, Korea)를 이용하여 60°C 에서 40시간 건조 과정을 거쳤다. 동결건조 및 열풍건조된 노루궁뎅이버섯은 분쇄기(HR2160, Philips Co., Amsterdam, Netherlands)를 이용하여 마쇄한 후 -70°C 로 설정된 냉동 보관실에 두고 시료로 사용하였다.

2. 일반성분 분석

노루궁뎅이버섯의 일반성분 분석은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists) 방법(34)에 따라 수분 정량은 105°C 에 2시간 이상 건조하여 상압 건조 방법으로 정량하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출기(Soxtec System HT 1043 extraction unit, Foss Tecator, Hoganas, Sweden)를 사용하여 diethyl ether로 추출해 정량하였고, 조단백질 분석은 Semimicro-Kjeldahl 법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 이용해 분석하였다. 회분은 600°C 에서 5시간 이상 회화한 직접 회화법으로 측정하였고, 탄수화물은 시료 100 g 중에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분 함량을 제외해 산출하였다.

3. 유리 아미노산 분석

유리 아미노산의 분석방법은 분해관에서 건조된 시료 0.5 g, 6 N HCl 3 mL를 계량하여 탈기하고 121°C에 24시간 가수분해한 후에 남은 여액을 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)로 감압·농축하여, sodium phosphate buffer(pH 7.0) 10 mL로 정용하였다(35). 용액 1 mL를 취하고 membrane filter(0.2 μ m)로 여과 후 아미노산 자동분석기(S430, SYKAM Co., Germany)로 분석하였다. 분석 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of free amino acid auto-analyzer

Item	Condition
Instrument	S430(SYKAM Co., Germany)
Column	Cation separation column(LCA K07/Li)
Column size	4.6 × 150 mm
Column temperature	37 ~ 74°C
Flow rate	Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min
Buffer pH range	2.90 ~ 7.95
Wavelength	440 nm and 570 nm

4. 지방산 분석

지방산 분석방법은 Wungaarden(36) 방법에 따라 시료 약 2 g을 chloroform-methanol로 추출·여과하여 감압 농축한 지방질 약 100 mg을 가지형 플라스크에 취하고 1N-KOH·ethanol 용액 3 mL를 섞어 유지방울이 없어질 때까지 교반시킨 다음 14% BF₃-Methanol 3 mL를 가하였다. 환류냉각기를 부착하여 5분간 80℃에서 가열하여 methylester화 하고 이 용액에 NaCl 포화용액 3 ml를 가한 후 다시 hexane 1.5 mL를 가하여 흔들어 섞은 후 시험관에 옮겨 정치하였다. 상층을 분취하여 무수 Na₂SO₄를 넣어 수분을 제거하고 0.5 mL를 vial에 채취한 후 5배 희석한 뒤 Gas Chromatography(GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다. 분석 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

Item	Condition
Instrument model	GC-17A(Shimadzu Co., Japan)
Column	SP TM -2560 capillary column (100 m length x 0.25 mm I.d. x 0.25 μm film thickness)
Oven temperature	140℃(10min) → 4℃/min → 240℃(30min)
Injection temp.	260℃
Detector temp.	260℃
Split ratio	1 : 100
Detector	Flame ionization detector
Injection volume	2 μl

5. 유기산 분석

유기산 분석은 Kim 등의 방법(37)에 준하여 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80°C 수조에서 4시간 동안 가열한 후 Qualitative filter paper No. 2(Advantec Toyo, Tokyo, Japan)로 여과하고, 이 여액을 rotary vacuum evaporator(EYELA, Tokyo, Japan)로 감압·농축한 다음 증류수 10 mL로 정용한 후 High Performance Liquid Chromatograph(Prominence HPLC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 분석하였다. 분석 조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Analytical condition of Ion chromatography for organic acids

Item	Condition
Model	Prominence HPLC(Shimadzu Co., Japan)
Column	Two Shim-pack SCR-102H(300×8.0 mm)
Guard column	Shim-pack Guard Column SCR-102H(50×6.0 mm)
Mobile phase	4 mM <i>p</i> -toluenesulfonic acid
Oven temp.	40°C
Flow rate	0.8 mL/min
Reaction reagent	16 mM Bis-Tris aqueous solution containing 4 mM <i>p</i> -toluenesulfonic acid and 100 μM EDTA
Detection	Electro conductivity
Inj. Volume	20 μl

6. 비타민 분석

비타민 A와 비타민 E 분석은 식품공전법(38)의 시험방법을 기준으로 두고 실험하였다. ascorbic acid 0.1 g과 ethanol 30 mL를 시료 0.5 g에 첨가하여 균질화시킨 다음 80℃에서 20분간 추출한 후 50% KOH 용액 0.25 mL를 추출액에 첨가해 hexane 5 mL와 증류수 3 mL를 가하여 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리시켰다. 그리고 잔사에는 hexane 5 mL를 넣어 균질화한 후 80℃에서 20분간 추출시킨 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하였다. 상등액을 합하고 무수황산나트륨을 가하여 탈수시킨 후 50℃에서 감압 농축하여 methanol로 용해한 다음 membrane filter(0.45 μ m)로 여과하여 비타민 A와 비타민 E를 HPLC(LC-20Avp, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석 조건은 Table 4와 같다.

비타민 C 분석은 Rizzolo 등의 방법(39)에 따라 시료 2.5 g을 균질화하고 10% metaphosphoric acid(HPO₃) 용액을 가하여 추출한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리한 후에 상등액을 membrane filter(0.45 μ m)로 여과하여 HPLC(LC-20Avp, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석 조건은 Table 5와 같다.

Table 4. Analytical condition of HPLC for vitamin A and E

Item	Condition
Model	LC-20Avp(Shimadzu Co., Japan)
Column	Phenomenex Luna 5 um C18(250×4.6 mm)
Mobile phase	methanol : water(95 : 5)
Flow rate	1.0 mL/min
Inj.Volume	20 μ l
Detection	UV-VIS Detector(254 nm) Spectrofluorometric Detector(EX:290 nm, EM:330 nm)

Table 5. Analytical condition of HPLC for vitamin C

Item	Condition
Model	LC-20Avp(Shimadzu Co., Japan)
Column	Phenomenex Bondclone 10 um C18, 300×3.9 mm
Mobile phase	50 mM KH ₂ PO ₄ : Acetonitrile(60:40)
Oven temperature	30°C
Flow rate	1.0 mL/min
Inj.Volume	20 μ l
Detection	UV-VIS Detector(254 nm)

7. 무기질 분석

무기질 분석은 AOAC 방법(40)에 따라 시료 0.5 g에 20% HNO₃ 10 mL 및 60% HClO₄ 3 mL를 혼합하여 투명해질 때까지 가열한 뒤 0.5 M HNO₃ 으로 50 mL를 정용하였다. 분석 항목별 표준용액을 혼합한 후에는 8 mL씩 다른 시험관에 취하여 표준용액으로 하였으며, 0.5 M HNO₃을 대조구로 하여 Inductively Coupled Plasma(ICP-OES, PerkinElmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였고 분석 조건은 Table 6과 같다.

Table 6. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals

Item	Condition		
Instrument	ICP-OES/PerkinElmer/USA		
asma Unit	RF Power	1.4 (Kw)	
	Gas Flow Rate (L/min)	15	
Wavelength	Ca	317.933	Radial
	K	766.490	Radial
	Mg	285.213	Radial
	Fe	238.204	Axial
	Na	589.592	Radial
	Mn	257.610	Axial
	Cu	327.393	Axial
	Zn	206.200	Axial

8. 색도 측정

노루궁뎅이버섯 분말은 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 색도를 측정하였다. 색도는 명도(lightness, L값), 적색도(+redness/-greenness, a값) 및 황색도(+yellowness/-blueness, b값)를 측정하였다. 사용한 표준 백판 보정값은 L값 89.39, a값 0.13, b값 -0.51로 설정하여 사용하였다.

9. 통계처리

본 실험의 분석 결과는 SPSS 17.0 P/C package(Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 분석하였으며 3회 반복을 통해 측정된 평균값±평균 오차로 표시하였고 Student's t-test를 통해 통계적 유의성을 검정하였다.

제2절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 에탄올 추출물의 항산화 효과 측정

1. 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출

노루궁뎅이버섯 분말을 -70°C 에 동결건조한 다음 100 g 당 80% ethanol 1,500 mL를 첨가하고 환류 냉각관을 부착한 65°C 의 Heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에 3시간씩 3회 추출한 후 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하였다. 여액을 40°C 수욕 상에서 Rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)로 용매를 제거한 뒤 감압·농축한 다음 동결건조하여 노루궁뎅이버섯 분말 추출물 수율을 구하였다(41). 시료의 산화를 방지하기 위하여 -70°C 에 냉동 보관하여 사용하였다. Lee와 Kim(42)의 연구 방법에서와 같이 80% 에탄올 추출물인 경우에 열수 추출물보다 더 높은 DPPH radical 소거 활성과 높은 항산화 활성을 보였다는 결과를 바탕으로 본 실험에서도 같은 방법으로 에탄올 추출을 실시하였다.

2. 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량 측정

건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis법(43)에 준하여 측정을 실시하였다. 시험관에 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물을 각각 1 mL과 Folin reagent 2 mL을 넣어 실온에서 3분간 반응시킨 후에 10% Na_2CO_3 용액 2 mL을 첨가하여, 이를 혼합한 후에는 40분간 암소에 넣어 반응시켰다. 흡광도는 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 측정하였다. 검량선은 galic acid를 표준물질로 이용하여 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL가 되도록 작성하였으며, 시료의 총 polyphenol 함량은 이 검량곡선으로부터 구했다.

노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 Davis법을 변형한 방법(44)에 준하여 측정하였다. 1 mL 노루궁뎅이버섯 에탄올 추출물 각각에 2 mL diethylene glycol을 첨가한 후 1N NaOH 20 μL 을 넣은 다음 37°C water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 quercetin을 이용해 검량선을 작성하였으며, 최종 농도가 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제하여 시료의 총 flavonoid 함량을 구했다.

3. DPPH radical 소거능 측정

노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picryl hydrazyl) radical 소거능은 Blois의 방법(45)에 준하여 측정하였다. 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물을 각각 0.1 mL과 0.2 mM DPPH 1 mL을 시험관에 넣고 혼합하여 30분간 37°C에서 반응시켰다. 무첨가군은 시료 대신 에탄올을 넣어 반응시켰으며, 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용해 517 nm에서 측정하였다. 활성의 비교를 위해서 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisole(BHA), dibutyl hydroxy toluene(BHT), ascorbic acid를 양성대조군으로 사용하였다. DPPH radical 소거능은 다음과 같이 $[1-(\text{시료 첨가구의 흡광도}/\text{시료 무첨가구의 흡광도})] \times 100$ 계산법으로 백분율을 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

4. ABTS radical 소거능 측정

노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline - 6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능은 Re 등(46)의 방법을 응용하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM potassium persulfate 용액을 제조한 다음 동일한 비율로 혼합하고 ABTS radical 양이온(ABTS⁺)의 생성을 위해서 24시간 동안 암소에서 반응시켰다. 그 후에 ABTS⁺ 용액을 0.7~1.0±0.02의 흡광도가 나타날 때까지 734 nm에서 에탄올로 희석하였다. 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물 0.1 mL와 ABTS⁺ 용액 0.9 mL를 혼합한 다음 30분 동안 37℃에서 반응시켰다. 무첨가군은 시료 대신 ethanol을 넣어 반응시킨 다음, 흡광도는 ELISA microplate reader(Model 680, Biorad Laboratories Inc., Hercules, CA, USA)를 사용하여 734 nm에서 측정하였다. 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisole(BHA), dibutyl hydroxy toluene(BHT), ascorbic acid를 양성 대조군으로 사용하였다. ABTS radical 소거능은 다음과 같이 $[1-(\text{시료 첨가구의 흡광도}/\text{시료 무첨가구의 흡광도})] \times 100$ 계산법으로 백분율을 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = [1 - (\text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}})] \times 100$$

5. 통계처리

본 실험을 통해 얻은 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였으며, 일원 배치 분산 분석(one-way analysis of variance)으로 세 집단 이상의 평균치 분석을 하였다. 통계적 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정(Post-Hoc test) 하였고, Student's *t*-test를 실시하여 두 집단 간의 통계적 유의성을 검정하였다.

제3절 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 측정

1. 실험재료

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키 제조를 위한 노루궁뎅이버섯은 수세 없이 잘게
 절대로 찢어 -70°C deep freezer(MDF-U52V, Sanyo, Osaka, Japan)를 사용해
 급속 냉동한 다음 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 사용해 -70°C 에
 서 72시간 동결건조시켰다. 동결건조된 노루궁뎅이버섯은 분쇄기(HR2160, Philips
 Co., Amsterdam, Netherlands)에 넣고 분쇄한 다음 체를 친 분말로 제조하였으며
 -70°C 에서 냉동 보관한 시료를 실험재료로 사용하였다. 박력쌀가루(Daedoo Foods,
 Gunsan, Korea), 백설탕(Samyang Corporation, Ulsan, Korea), 버터(Anchor, New
 Zealand), 소금(Haepyo, Jeongeup, Korea), 달걀(Pulmuone, Eumseong, Korea), 베이킹파
 우더(Jeonwon, Gimpo, Korea)를 구입하여 쌀쿠키 제조에 사용하였다.

2. 쌀쿠키의 재료 배합비

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 재료 배합비는 Table 7과 같다. 박력쌀가루
 함량에 대한 노루궁뎅이버섯 분말의 비율(w/w)을 달리 설정해 레시피를 확립하였
 으며, 노루궁뎅이버섯 분말과 박력쌀가루의 비율은 수차례의 예비실험을 거쳐 설
 정하였다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하지 않은 것을 대조군(Control)으로 두고,
 대조군 박력쌀가루 함량에 대한 1, 3, 5, 7%의 노루궁뎅이버섯 분말을 각각 첨가
 하여 제조한 것을 실험군으로 구분하였다(1, 3, 5, 7% 첨가군).

Table 7. Ingredients of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder

Ingredients(g)	Treatments				
	C	1%	3%	5%	7%
Weak rice flour	300	297	291	285	279
<i>Hericium erinaceus</i> Powder	0	3	9	15	21
Butter	180	180	180	180	180
Sucrose	120	120	120	120	120
Egg	60	60	60	60	60
Baking powder	3	3	3	3	3
Salt	1	1	1	1	1

C: Rice cookies supplemented with 0% *Hericium erinaceus* powder.

1%: Rice cookies supplemented with 1% *Hericium erinaceus* powder.

3%: Rice cookies supplemented with 3% *Hericium erinaceus* powder.

5%: Rice cookies supplemented with 5% *Hericium erinaceus* powder.

7%: Rice cookies supplemented with 7% *Hericium erinaceus* powder.

3. 쌀쿠키의 제조방법

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키 제조는 가장 보편적으로 사용되는 크림법 (creaming method)으로 제조하였다(47). 반죽기(QF-0519H, Daeyong, China)를 이용해 실온 보관해둔 부드러운 상태의 버터를 충분히 믹싱해 풀어준 후 설탕을 두 번에 나누어 넣어 가루분이 보이지 않도록 빠르게 섞어 크림 상태로 휘핑했다. 실온에 꺼내둔 달걀은 3회에 걸쳐 나누어 넣으며 분리되지 않도록 빠르게 섞어 부드러운 크림 상태로 만들었다. 체로 친 박력쌀가루와 베이킹파우더 그리고 노루궁뎅이버섯 분말을 크림에 넣고 가루가 보이지 않게 주걱으로 잘 섞은 후 반죽을 랩으로 씌운 후 밀폐용기에 담아 1시간 동안 냉장실 안쪽에 넣어 휴지시켰다. 냉장 휴지가 끝난 반죽은 꺼내서 밀대를 사용해 두께 0.5 cm로 균일하게 밀고 지름 49 mm인 원형 모양의 쿠키 틀을 이용해 반죽을 찍어낸 다음 철판에 팬닝하고 윗불 170℃, 밑불 160℃로 설정하여 10분 동안 예열시킨 오븐(DUU-43, Daeheung, Seoul, Korea)에서 13분간 구웠다. 구워진 쌀쿠키는 식힘망에 올려두고 1시간 동안 20±4℃ 온도에서 냉각시켜 OPP(Oriented Poly Propylene)에 포장한 뒤 24시간 후에 개봉하여 실험을 실시하였다.

4. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 에탄올 추출 시료액 조제

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키는 100 g당 80% 에탄올 1,500 mL을 첨가한 후 환류 냉각관이 부착된 Heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에 65℃로 설정하여 3시간씩 3회 추출하는 방법으로 Whatman filter paper(No. 2)로 여과시켰다. Rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 이용해 여액을 40℃ 수욕 상에서 용매를 제거하고 감압·농축한 다음 시료 산화 방지를 위해 -70℃ 온도에서 냉동 보관하였다.

5. 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과 측정

가. 쌀쿠키의 일반성분 분석

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 일반성분 분석은 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 비교의 일반성분 분석 실험 방법과 동일하게 AOAC(Association of Official Analytical Chemists) 방법(40)에 준하여 실행하였다.

나. 쌀쿠키의 총 polyphenol 함량 측정

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량 측정은 노루궁뎅이버섯 분말 추출물의 항산화 효과의 총 polyphenol 함량 측정 실험 방법(43)과 동일하게 실행하였다.

다. 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 측정은 노루궁뎅이버섯 분말 추출물의 항산화 효과인 DPPH(45) radical 소거능 및 ABTS(46) radical 소거능 측정 실험과 동일한 방법으로 실행하였다.

라. 쌀कु키 반죽의 pH 측정

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀कु키 반죽의 pH 측정은 증류수 50 mL에 쌀कु키 반죽 5 g을 첨가한 다음 homogenizer(Bihon seiki, Ace, Osaka, Japan)에서 7,000 rpm로 30초간 균질화 시킨 다음 여과지(Whatman No. 2)로 여액 여과하여 pH meter(Mteeler Delta 340, Mettler-tolede, Ltd, Cambridge, UK)로 측정하였다.

마. 쌀कु키 반죽의 밀도 측정

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀कु키 반죽의 밀도 측정은 50 mL의 메스실린더에 40 mL 증류수를 부은 후 쌀कु키 반죽 5 g을 넣어 늘어나는 높이를 측정한 다음 반죽의 부피에 대한 무게의 비(g/mL)로 계산하여 측정하였다(48).

바. 쌀쿠키의 퍼짐성 측정

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 퍼짐성(Spread Ratio) 지수는 직경(Width: Diameter, cm)에 대한 두께(Thickness, cm)의 비로 계산하였으며, AACC method 10-52방법(49)을 토대로 퍼짐성 지수를 구하였다. 쌀쿠키의 직경은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키 5개를 나란히 수평으로 정렬하여 전체 길이를 측정하고, 각각의 쌀쿠키를 90° 회전시킨 다음 동일한 방법으로 전체 길이를 측정한 후 한 개의 쌀쿠키에 대한 평균 직경을 구하였다. 쌀쿠키의 두께는 위의 쌀쿠키 5개를 수직으로 쌓아 수직 높이를 측정하고, 그다음 쌀쿠키의 놓인 순서를 바꾸어 높이를 측정해 쌀쿠키 한 개에 대한 평균 두께를 계산하였다. 쌀쿠키 1개의 평균 직경과 평균 두께는 3회 반복 측정 후 평균값을 이용하였다. 반죽과 구워진 쌀쿠키의 외형은 아이폰 카메라(Iphone pro, Guangzhou, China)로 촬영하였다.

$$\text{퍼짐성 지수} = \frac{\text{쌀쿠키 1개에 대한 평균 직경(cm/개)}}{\text{쌀쿠키 1개에 대한 평균 두께(cm/개)}}$$

사. 쌀쿠키의 경도 측정

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 조직감 측정은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 사용 프로그램은 R.D.S(Rheology Data System) Ver 2.01을 이용하여 실시하였다. Rheometer의 조건은 Max wt: 10 kg, Table speed: 120 mm/min, Distance: 50%, rupture: 1 bite 및 prove는 지름 2 mm의 number 4 needle을 이용하여 쌀쿠키 표면으로부터 4 mm 침투하도록 설정한 후 침투할 때 발생하는 조직적 특성을 측정하였다. 중심부에서 부러질 때의 쌀쿠키가 받는 최대 힘(maximum force)을 3회 반복을 통해 측정하였고, 결과값을 경도(hardness)로 표시하였다.

아. 쌀쿠키의 색도 측정

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 반죽 및 오븐에 구워낸 쌀쿠키의 표면색은 색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)를 이용해 측정하였다. 동일 첨가군에서 쌀쿠키 반죽과 쌀쿠키 윗면에 대해 5회 반복 측정하였다. 색도는 적색도(a값, +redness/-greeness) 및 황색도(b값, +yellowness/-blueness) 및 명도(L값, lightness)를 측정하였으며, 이때 사용한 표준백판의 a값은 0.13, b값은 -0.51, L값은 89.39로 보정한 후 사용하였다.

자. 관능검사

관능적 기호도 및 특성 강도 검사는 약용 음식 전문가 교육생으로 구성된 20명을 대상으로 실시하였으며, 실험 목적과 평가 내용은 사전에 충분히 설명한 다음 실시하였다. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키는 적정시간 동안 적정온도로 오븐에서 구운 후 1시간 동안 냉각시킨 다음 OPP(Oriented Poly Propylene) 비닐에 넣고 포장하여 24시간 보관한 쌀쿠키를 동일한 접시에 1개씩 올려 제공하였으며, 한 개의 시료를 먹은 다음에는 반드시 미온의 생수로 입안을 헹구고 나머지 다른 시료를 평가할 수 있도록 안내하였다. 관능적 기호도 검사 항목으로는 색상(color), 맛(taste), 향미(flavor), 질감(texture), 전체적 기호성(overall acceptability)로 설정하여 7점 기호 척도법을 적용해 각각의 평가 항목에 대하여 ‘매우 좋다’를 7점 ‘보통’을 4점 ‘매우 나쁘다’를 1점으로 설정하여 실시하였다. 특성 강도 검사 항목은 노루궁뎅이버섯 향(aroma), 경도(hardness), 고소한 맛(roasted nutty), 입자의 표면상태(graininess)에 대해 7점 기호 척도법을 적용해 각각의 평가 항목을 ‘매우 좋다’ 7점, ‘보통’ 4점, ‘매우 나쁘다’를 1점으로 설정하여 실시하였다.

6. 통계처리

본 실험에서 얻어진 관능검사를 제외한 모든 기계적 및 이화학적 검사의 측정 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science)로 통계 분석하여 처리하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표시하였고, 통계적 유의성 검정은 일원 배치 분산 분석(one-way analysis for variance)을 한 다음 Duncan의 다중검정 방법을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 상호 검정하였다.

제3장 실험결과 및 고찰

제1절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 비교

1. 일반성분

동결건조 및 열풍 건조하여 분말화한 노루궁뎅이버섯의 일반성분 함량은 Table 8과 같다. 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말의 일반성분 함량은 수분 $5.33 \pm 0.34\%$, 탄수화물 $82.06 \pm 1.05\%$, 조단백질 $8.38 \pm 0.64\%$, 조지방 $0.64 \pm 0.05\%$, 회분 $3.59 \pm 0.12\%$ 이었다. 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 일반성분 함량은 수분 $5.11 \pm 0.23\%$, 탄수화물 $61.89 \pm 0.47\%$, 조단백질 $21.5 \pm 1.66\%$, 조지방 $2.32 \pm 0.18\%$, 회분 $9.18 \pm 0.78\%$ 이었다.

건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 분말의 일반성분 분석에서 탄수화물은 동결건조가 열풍건조에 비해 더 높게 나타났으며 조단백질, 조지방, 회분은 열풍건조가 동결건조에 비해 더 높게 나타났다. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가 국수(28)에서는 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 일반성분을 분석한 결과 수분 $3.9 \pm 0.10\%$, 조단백질 $24.5 \pm 0.09\%$, 조지방 $3.2 \pm 0.10\%$, 조회분이 $10.6 \pm 0.06\%$ 함유되어 있다고 보고하였다. 이와 본 실험결과와 비교해보면 수분, 조지방, 회분 함량은 대체로 유사하였으나 조단백질, 탄수화물 함량은 차이를 보였다. 이는 시료의 품종, 생육 환경, 수확 시기, 채취지역 등에 따라 유의적인 차이를 보이는 것으로 사료된다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 죽(32)에서도 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 일반성분 분석 결과 수분 $6.10 \pm 0.10\%$, 조지방 $4.63 \pm 0.16\%$, 조단백질 $32.69 \pm 0.12\%$, 조회분 $11.37 \pm 0.13\%$, 탄수화물 $45.22 \pm 0.05\%$ 로 보고되었고, 노루궁뎅이버섯 분말을 이용한 크림수프(33)에서 사용한 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말의 일반성분 분석 결과 수분 $6.16 \pm 0.05\%$, 조지방 $4.62 \pm 0.11\%$, 조단백질 $26.87 \pm 0.14\%$, 조회분이 $10.75 \pm 0.10\%$ 로 보고되어 본 연구결과에서와 같이 다른 성분에 비하여 단백질 함량이 더 높음을 확인하였다.

Table 8. Proximate compositions of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

(% dry basis)

Composition	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
Moisture	5.33±0.34 ²⁾	5.11±0.23
Carbohydrate ¹⁾	82.06±1.05***	61.89±0.47
Crude Protein	8.38±0.64***	21.5±1.66
Crude Fat	0.64±0.05***	2.32±0.18
Ash	3.59±0.12***	9.18±0.78

¹⁾Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at *** $P < 0.001$.

2. 유리 아미노산

건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 분말에 함유된 유리 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 각각 20종, 23종의 유리 아미노산이 검출되었다. 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 검출되었으나 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 검출되지 않은 유리 아미노산은 methionine, tryptophan, β -alanine이었다. Phenylalanine, tyrosine, taurine, glutamic acid, α -aminoadipic acid는 동결건조보다 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 훨씬 더 높은 수치를 보였다. 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 alanine이 632.79 ± 34.63 mg/100 g로 가장 높았고 glutamic acid 630.08 ± 22.59 mg/100 g, leucine 471.33 ± 22.75 mg/100 g 순으로 높았다. 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 alanine이 1138.53 ± 87.43 mg/100 g로 가장 높았으며, glutamic acid 872.7 ± 20.74 mg/100 g, valine 427.52 ± 17.3 mg/100 g 순으로 높았다.

맛을 끌어내는 물질로 알려져 있는 아미노산 중 glutamic acid는 감칠맛을 띄고 aspartic acid는 신맛을 띄는 것으로 알려져 있으며 이들 아미노산이 갖는 역가 중에 가장 낮은 3~5 mg/dL 농도에서도 그 맛을 느낄 수 있는 것으로 보고되었다(50). 그리고 간에서 암모니아 해독 등을 통한 간 보호 기능(51, 52)을 하는 것으로 알려진 ornithine과 혈류 개선(53) 및 고혈압 저하와 신경 안전 효과 등의 생리활성 기능(54)을 하는 γ -amino-n-butyric acid가 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 검출되어 건강 기능성 식품소재로서 사용 가능성이 클 것으로 사료된다. 또한 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 검출된 다량의 lysine은 쌀에 부족한 lysine의 부족함을 보충하여 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가함으로써 건강을 고려한 쌀쿠키 개발 가능성에 대해 확인하였다.

Table 9. Contents of free amino acids in *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

(mg/100 g)

Free amino acid	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
Threonine	282.06±9.32	290.79±8.26
Valine	352.72±29.97*	427.52±17.3
Methionine	N. D. ²⁾	66.39±5.45
Lysine	297.36±25.35	319.84±13.65
Arginine	338.90±14.77	353.77±28.84
Tryptophan	N. D.	52.08±6.22
Histidine	74.63±5.45*	112.88±19.57
phenylalanine	152.02±19.01***	400.99±22.18
Isoleucine	283.16±18.32*	326.32±18.21
Leucine	471.33±22.75*	538.87±22.89
Tyrosine	54.08±1.86***	344.21±40.30
β-alanine	N. D.	368.50±11.88
γ-amino-n-butyric acid	19.86±2.18**	38.82±4.51
Ornithine	17.94±1.19**	36.01±2.80
Phosphoserine	44.86±1.27**	52.43±1.51
Taurine	22.16±1.6***	56.73±1.38
Aspartic acid	198.62±11.71**	269.16±12.45
serine	239.32±10.71**	353.73±19.76
Glutamic acid	630.08±22.59***	872.7±20.74
α-amino adipic acid	33.45±3.27***	127.82±15.26
Proline	206.11±26.53	236.7±17.11
Glycine	192.18±25.07	171.79±5.14
Alanine	632.79±34.63**	1138.53±87.43

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾N.D. : Not Detected.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at * $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$.

3. 지방산

건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 분말의 지방산을 분석한 결과는 Table 10 과 같다. 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 포화지방산이 3종, 불포화지방산이 2종 검출되었으며 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 포화지방산이 5종, 불포화 지방산이 4종 검출되었다.

동결건조 노루궁뎅이버섯의 지방산 함량은 구성 지방산 중 palmitic acid가 $30.53 \pm 3.58\%$ 로 가장 높았으며, linoleic acid $30.11 \pm 4.28\%$, oleic acid $25.07 \pm 2.11\%$ 순이었다. 열풍건조 노루궁뎅이버섯은 linoleic acid가 $38.75 \pm 5.94\%$ 로 가장 높았고, oleic acid $24.37 \pm 2.29\%$, palmitic acid $23.39 \pm 3.39\%$ 순이었다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯의 지방산 함량은 큰 차이를 보이지 않았으나, 노루궁뎅이버섯의 주요 지방산은 항암 효과(55)가 있다고 보고된 불포화지방산 linoleic acid로 노루궁뎅이버섯이 기능성 식품의 좋은 재료로 사용될 것이라 사료된다.

Table 10. Compositions of fatty acids in *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

(g/100 g total fatty acids)

Fatty acid	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
Myristic acid (C14:0)	N. D. ¹⁾	0.68±0.06
Pentadecanoic acid (C15:0)	1.91±0.11 ^{2)*}	2.42±0.08
Palmitic acid (C16:0)	30.53±3.58	23.39±3.39
Stearic acid (C18:0)	12.38±2.7	8.9±0.31
Lignoceric acid (C24:0)	N. D.	0.4±0.03
Saturated	44.82±6.39	35.79±3.59
Palmitoleic acid (C16:1)	N. D.	0.4±0.02
Oleic acid (C18:1n9c)	25.07±2.11	24.37±2.29
Erucic acid (C22:1n9)	N. D.	0.69±0.04
Monounsaturated	25.07±2.11	25.46±2.35
Linoleic acid (C18:2n6c)	30.11±4.28	38.75±5.94
Polyunsaturated	30.11±4.28	38.75±5.94

¹⁾N.D. : Not Detected.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at

* $P < 0.05$.

4. 유기산

동결건조 및 열풍건조하여 분말화한 노루궁뎅이버섯의 유기산 함량은 Table 11과 같다. 총 5종의 유기산을 분석한 결과 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말 모두 malic acid가 각각 18656.98 ± 3516.58 mg/100 g, 41042.5 ± 2102.13 mg/100 g로 가장 높았다. malic acid 다음으로는 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 acetic acid, succinic acid, formic acid 순으로 높게 나타났으며, 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 succinic acid, acetic acid, citric acid, formic acid 순으로 나타났다. Citric acid는 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 검출되었으나 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 검출되지 않았다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 유기산 함량을 살펴보면 succinic acid, formic acid, acetic acid 함량은 건조 방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았고, malic acid 함량은 열풍건조 시에 유의하게 더 높게 나타났다. 다른 버섯류와 비교해보면 Hong 등(56)이 보고한 느타리, 표고와 양송이버섯의 유기산 함량을 분석한 결과 malic acid의 함량이 가장 높다고 보고한 것과 유사한 결과를 나타내었다.

따라서 본 연구 결과 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유기산 함량이 더 높게 나타나 노루궁뎅이버섯의 유기산 분석을 위한 건조 방법으로는 원가가 비싼 동결건조보다 원가가 저렴한 열풍건조 건조 방법을 이용하는 것이 경제적으로 효율적일 것이라 판단된다.

Table 11. Contents of organic acids in *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

(mg/100 g)

Organic acid	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
Citric acid	N.D. ¹⁾	1746.21±170.42
Malic acid	18656.98±3516.58 ^{2)**}	41042.5±2102.13
Succinic acid	1633.36±267.72	2109.93±266.88
Formic acid	207.15±22.86	256.13±27.31
Acetic acid	1948.73±255.23	1914.32±229.5

¹⁾N.D. : Not Detected.

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at

** $P < 0.01$.

5. 비타민

동결건조 및 열풍건조하여 분말화한 노루궁뎅이버섯의 비타민은 항산화 비타민으로 알려진 비타민 A(retinol), 비타민 E(α -tocopherol) 및 비타민 C를 분석하여 Table 12에 나타냈다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 비타민 A 함량은 동결건조에서는 검출되지 않았으나 열풍건조에서 10.52 ± 1.61 mg/100 g 검출되었다. 비타민 E의 함량은 각각 38.25 ± 2.92 mg/100 g과 14.52 ± 2.57 mg/100 g로 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 더 높게 검출되었다. 비타민 C의 함량은 동결건조 시 1393.64 ± 269.54 mg/100 g, 열풍건조 시 1401.43 ± 221.35 mg/100 g 검출되었다.

건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 분말의 비타민 함량의 변화를 살펴보면, 비타민 C 함량은 건조 방법에 따른 큰 차이를 보이지 않았고 비타민 E 함량은 열풍건조에 비해 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 더 높게 나타났으며, 비타민 A는 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서만 검출되었다.

Table 12. Contents of vitamin A, C and E in *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

(mg/100 g)

Vitamin	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
Vitamin A (Retinol)	N.D. ¹⁾	10.52±1.61
Vitamin E (α-tocopherol)	38.25±2.92 ^{2)***}	14.52±2.57
Vitamin C	1393.64±269.54	1401.43±221.35

¹⁾N.D. : Not Detected.

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at

*** $P < 0.001$.

6. 무기질

동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 13과 같다. 총 8종의 무기질 함량을 분석하였는데 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 모두 8종의 무기질이 검출되었다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 모두 K가 각각 2118.66 ± 182.8 mg/100 g, 5487.22 ± 347.48 mg/100 g 으로 가장 높았고, 무기질 함량은 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn, Ca 순으로 높았으며 열풍건조에서는 Mg, Fe, Zn, Na, Mn, Ca, Cu 순으로 높았다.

Kim 등(57)은 무기질 함량의 차이는 시료의 채취 시기 및 채취 장소, 건조 방법의 차이로 기인된 것이라고 하였다. 건조 방법에 따른 총 무기질 함량은 동결건조 시 $2,172.71$ mg/100 g, 열풍건조 시 $5,616.22$ mg/100 g으로 나타나 동결건조보다 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 더 높게 검출되었다. Na은 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 더 높은 함량을 보였으나 K, Mg, Fe, Zn, Mn, Ca, Cu는 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 높게 나타나 건조 방법에 따라 다른 차이를 보였다.

본 연구 결과 노루궁뎅이버섯 분말에서 검출된 모든 무기질은 건조 방법에 따른 함량 차이를 보였으며 총 무기질의 함량은 열풍건조 시에 더 높게 나타났다. 유사한 채소 및 과일은 우리에게 무기질과 비타민을 제공하며 특히 비교적 다양한 무기질이 함유되어 있다고 보고하였다(58). 하지만 품종 및 재배 지역에 따라 비타민과 무기질의 영양성분 차이가 발생하기도 하며, 채소의 영양성분은 저장, 온도, 조리 시간, 가공 등의 조건에 따라 영양성분이 파괴 및 변화 가능성이 크다고 보고하였다(59-61). 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 총 무기질 함량이 더 높게 나타남에 따라 노루궁뎅이버섯의 무기질 분석은 열풍건조를 이용하는 것이 더 효율적인 방법이라 사료된다.

Table 13. Contents of minerals in *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

(mg/100 g)

Mineral	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
Ca	0.54±0.06 ^{1)***}	1.5±0.13
K	2118.66±182.8 ^{***}	5487.22±347.48
Mg	43.22±1.63 ^{**}	108.4±13.23
Fe	2.86±0.13 ^{***}	7.82±0.22
Na	4.51±0.12 ^{***}	3.06±0.18
Mn	0.55±0.03 ^{***}	1.66±0.09
Cu	0.78±0.04 ^{***}	1.39±0.07
Zn	1.59±0.07 ^{***}	5.17±0.13
Total	2172.71±184.88 ^{***}	5616.22±361.53

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

7. 색도

건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 분말의 색도를 측정된 결과는 Fig 2, Table 14 와 같다. 노루궁뎅이버섯 분말 색도 L값, a값, b값은 건조 방법에 따라 유의적인 차이를 보였으며 명도를 나타내는 L값은 동결건조 및 열풍건조 분말에서 각각 51.21 ± 0.04 , 41.65 ± 0.12 로 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말의 L값이 더 높게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 동결건조 -0.93 ± 0.08 , 열풍건조 3.03 ± 0.04 로 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말의 a값이 더 낮았다. 황색도를 나타내는 b값은 동결건조 15.37 ± 0.15 , 열풍건조 17.29 ± 0.08 로 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 b값이 더 높게 나타났다.

동결건조 노루궁뎅이버섯 분말과 양송이버섯 쿠키(62)의 동결건조 양송이버섯의 색도를 비교해보면 양송이버섯 분말 색도 L값, a값, b값은 각각 82.49 ± 0.44 , 0.19 ± 0.13 , 12.25 ± 0.25 을 나타내 노루궁뎅이버섯 분말의 색도 L값과 a값은 동결건조 양송이버섯보다 더 낮았으나 b값은 더 높게 나타났다.

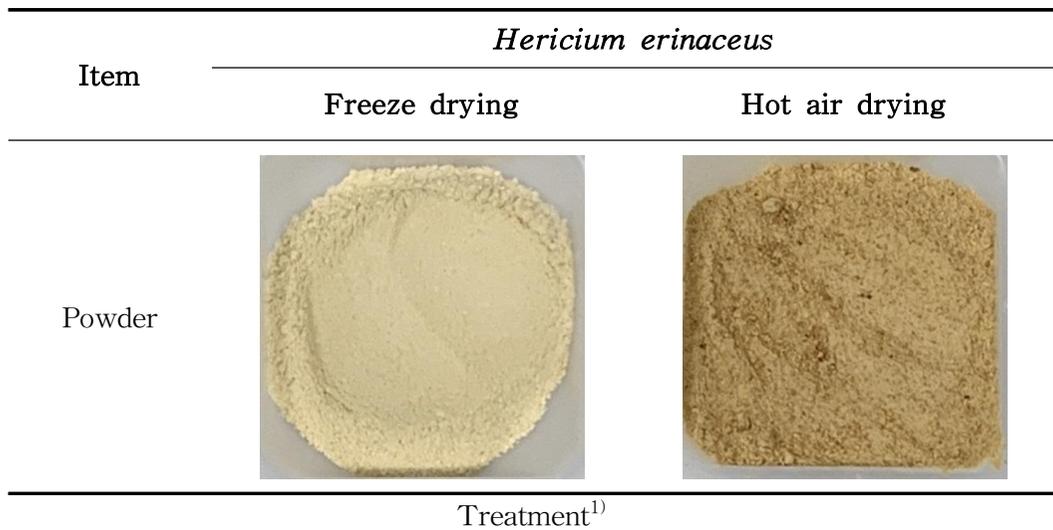


Fig. 2. Photographs of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods.

¹⁾Treatment : See the legend of Table 14

Table 14. Colorimetric characteristic of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

	<i>Hericium erinaceus</i>	
	Freeze drying	Hot air drying
L	51.21±0.04 ^{1)***}	41.65±0.12
a	-0.93±0.08 ^{***}	3.03±0.04
b	15.37±0.15 ^{***}	17.29±0.08

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at ^{***} $P < 0.001$.

제2절 건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 에탄올 추출물의 항산화 효과

1. 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량

건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량과 총 flavonoid 함량은 각각 Table 15, Table 16과 같다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 총 polyphenol 함량은 각각 75.67 ± 1.81 mg GAE/g, 72.62 ± 9.96 mg GAE/g이며, 총 flavonoid 함량은 각각 23.89 ± 0.78 mg QE/g, 11.92 ± 1.60 mg QE/g이었다.

건조 방법에 따른 노루궁뎅이버섯 분말의 총 polyphenol 함량은 차이가 없었으나 총 flavonoid 함량은 열풍건조보다 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 더 높게 나타났다.

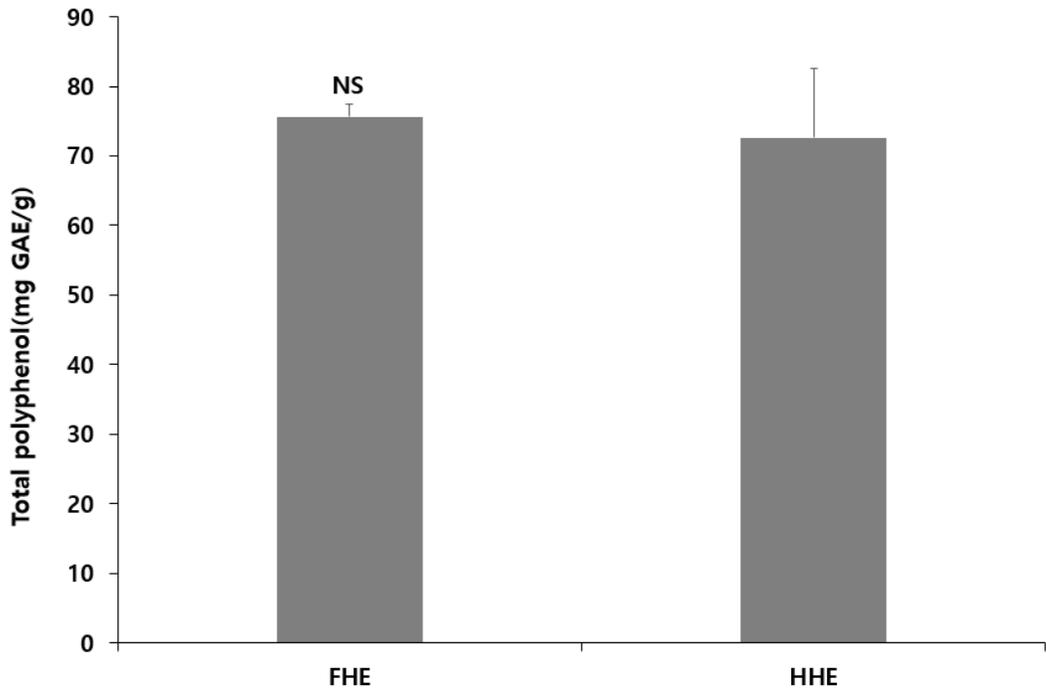


Fig. 3. Contents of total polyphenol of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods. All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations. NS: not significant.

FHE : Freeze dried *Hericium erinaceus* powder 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

HHE : Hot air dried *Hericium erinaceus* powder 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

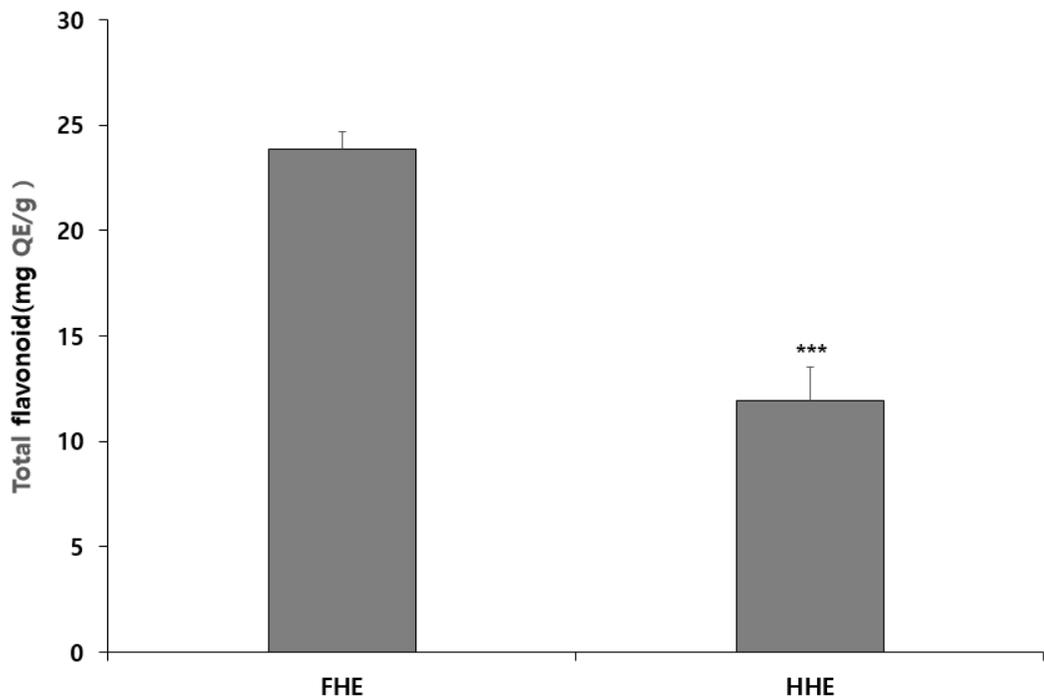


Fig. 4. Contents of total flavonoid of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. Significantly different between freeze and hot air drying by Student's t-test at *** $P < 0.001$.

FHE : Freeze dried *Hericium erinaceus* powder 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

HHE : Hot air dried *Hericium erinaceus* powder 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물에 대한 DPPH radical 소거능은 Table 15와 같다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말의 DPPH radical 소거능을 비교해보면 250 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $12.68 \pm 2.95\%$, $13.93 \pm 2.95\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $21.68 \pm 4.93\%$, $23.10 \pm 4.62\%$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $36.45 \pm 4.83\%$, $36.61 \pm 4.78\%$, 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $58.97 \pm 4.4\%$, $60.88 \pm 8.09\%$ 의 소거능을 보였다. 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisole(BHA), dibutyl hydroxy toluene(BHT) 및 ascorbic acid는 각각 $88.32 \pm 0.52\%$, $88.24 \pm 0.25\%$, $90.74 \pm 0.25\%$ 를 나타냈으며 건조 방법을 달리한 노루 궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물에 대한 DPPH radical 소거능이 합성 항산화제의 radical 소거능보다 낮았다.

Table 15. DPPH radical scavenging activity of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	DPPH radical scavenging activity (%)	IC ₅₀
Freeze drying <i>Hericium erinaceus</i>	2000	58.97 ± 4.40	1560.58
	1000	36.45 ± 4.83	
	500	21.68 ± 4.93	
	250	12.68 ± 2.95	
Hot air drying <i>Hericium erinaceus</i>	2000	60.88 ± 8.09	1612.90
	1000	36.61 ± 4.78	
	500	23.10 ± 4.62	
	250	13.93 ± 2.95	
BHT	-	88.32 ± 0.52	
BHA	-	88.24 ± 0.25	
Ascorbic acid	-	90.74 ± 0.25	

3. ABTS radical 소거능

항산화제 존재 시 $ABTS\cdot^+$ 이 항산화제에 의해 흡광도가 억제되는 것에 기초하여 ABTS(2,2-azino-bis-3-ethyl benzthiazoline-6-sulphonic acid)가 개발되었으며, 이러한 원리는 보다 개선된 항산화성 평가방법으로 Fig 6과 같은 과황산칼륨($K_2O_8S_2$)과 반응하여 파랑/녹색의 $ABTS\cdot^+$ 을 형성하게 하는 방법이다.

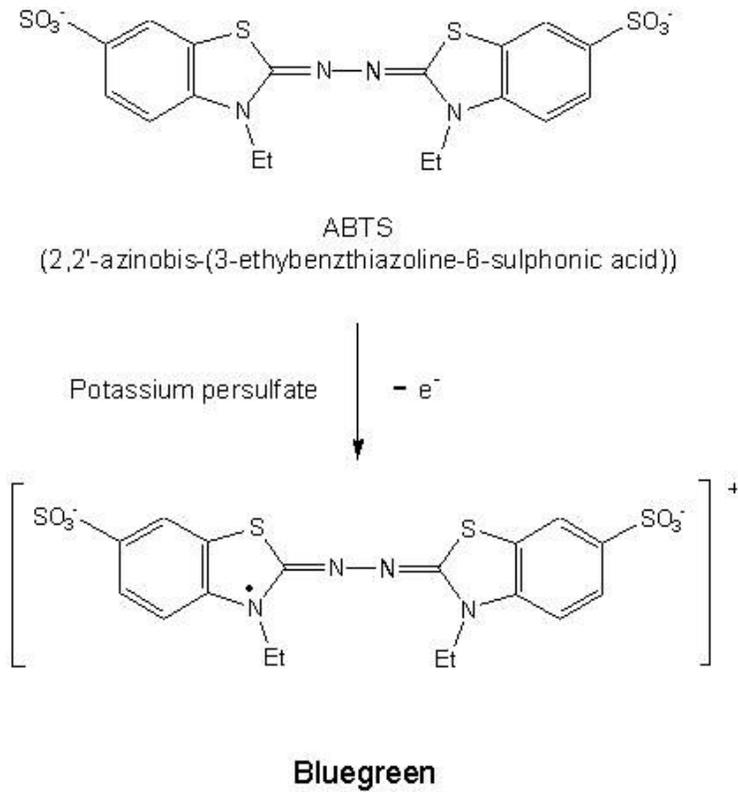


Fig. 6. Principle of ABTS scavenging activity(64).

ABTS를 이용한 건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 radical 소거능은 Table 16과 같다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 radical 소거능은 각각 250 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $15.89\pm 0.34\%$, $17.36\pm 0.09\%$, 500 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $27.14\pm 1.25\%$, $28.85\pm 0.76\%$, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $46.65\pm 1.08\%$, $48.85\pm 1.98\%$, 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 $73.74\pm 4.33\%$, $76.13\pm 1.69\%$ 로 건조 방법에 따른 유의적인 차이는 없었으나 농도함량이 증가할수록 radical 소거능이 높아짐을 나타내었다. 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisole(BHA), dibutyl hydroxy toluene(BHT) 및 ascorbic acid는 각각 $94.47\pm 0.17\%$, $94.47\pm 0.17\%$, $94.82\pm 0.08\%$ 를 나타내 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물이 합성 항산화제의 radical 소거능보다 다소 낮게 나타났다.

Table 16. ABTS radical scavenging activity of *Hericium erinaceus* powder dried by different methods

	Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	ABTS radical scavenging activity (%)	IC ₅₀
Freeze drying <i>Hericium erinaceus</i>	2000	73.74 ± 4.33	1153.72
	1000	46.65 ± 1.08	
	500	27.14 ± 1.25	
	250	15.89 ± 0.34	
Hot air drying <i>Hericium erinaceus</i>	2000	76.13 ± 1.69	1219.94
	1000	48.85 ± 1.98	
	500	28.85 ± 0.76	
	250	17.36 ± 0.09	
BHT	-	94.47 ± 0.17	
BHA	-	94.47 ± 0.17	
Ascorbic acid	-	94.82 ± 0.08	

제3절 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성 및 항산화 효과

1. 쌀쿠키의 일반성분

노루궁뎅이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 일반성분 분석 결과는 Table 17과 같다. 노루궁뎅이버섯 쌀쿠키의 수분 함량은 $5.52 \pm 0.57 \sim 6.41 \pm 0.12\%$ 범위로 노루궁뎅이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 낮아지는 경향을 보였다. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가에 의한 수분 함량 감소는 노루궁뎅이버섯 분말의 수분 함량이 쌀가루 수분 함량보다 낮아 노루궁뎅이버섯 분말의 첨가 비율이 높을수록 쌀쿠키의 수분 함량이 낮아진 것으로 사료된다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 설기떡(29), 진말다식(30), 죽(32)의 연구에서는 노루궁뎅이버섯 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다고 하여 본 연구와 다른 경향이였다. 조지방 함량은 대조군이 $26.49 \pm 0.24\%$ 로 가장 낮았고, 7% 첨가군은 $28.19 \pm 0.28\%$ 로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 조지방 함량은 증가하여 유의적인 차이를 보였다. 조단백질, 조회분, ADF 함량은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량에 따라 각각 $3.48 \pm 0.20 \sim 3.60 \pm 0.26\%$, $0.82 \pm 0.09 \sim 0.95 \pm 0.10\%$, $1.36 \pm 0.01 \sim 1.83 \pm 1.43\%$ 의 범위로 시료들 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 탄수화물 함량은 대조군이 $62.71 \pm 0.38\%$ 로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보이며 7% 첨가군이 $61.75 \pm 0.33\%$ 로 가장 낮았다. NDF는 대조군이 $9.15 \pm 2.20\%$ 로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌다.

Table 17. Proximate compositions of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder

(%)

composition	<i>Hericium erinaceus</i> powder (%)				
	Control	1%	3%	5%	7%
Moisture	6.31±0.32 ^{2)a3)}	6.41±0.12 ^a	6.33±0.07 ^a	5.87±0.06 ^b	5.52±0.57 ^c
Crude fat	26.49±0.24 ^c	27.43±0.12 ^b	27.49±0.16 ^b	27.50±0.15 ^b	28.19±0.28 ^a
Crude protein	3.54±0.41 ^{NS4)}	3.56±0.33	3.48±0.20	3.59±0.40	3.60±0.26
Crude ash	0.95±0.10 ^{NS}	0.82±0.09	0.87±0.05	0.92±0.01	0.94±0.11
Carbohydrate ¹⁾	62.71±0.38 ^a	61.78±0.85 ^{ab}	61.83±0.12 ^{bc}	62.11±0.45 ^{bc}	61.75±0.33 ^c
ADF	1.83±1.25 ^{NS}	1.83±1.43	1.65±0.43	1.44±0.06	1.36±0.01
NDF	9.15±2.20 ^a	8.03±1.27 ^a	5.90±0.50 ^{ab}	2.84±0.16 ^b	3.20±0.67 ^b

¹⁾Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

²⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

³⁾a-c Means in row with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

⁴⁾NS: not significant.

2. 쌀कु키의 총 polyphenol 함량

노루궁뎅이버섯 분말의 첨가량에 따른 쌀कु키의 총 polyphenol 함량 측정 결과는 Fig. 7과 같다. 노루궁뎅이버섯 쌀कु키의 총 polyphenol 함량 결과값은 대조군이 174.40 ± 0.93 mg GAE/g이고, 1, 3, 5, 7% 첨가군은 각각 180.28 ± 2.72 mg GAE/g, 179.70 ± 8.26 mg GAE/g, 182.13 ± 3.12 mg GAE/g, 191.69 ± 10.71 mg GAE/g이었다. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 많아질수록 총 polyphenol 함량은 증가하는 경향을 보였으며 7% 첨가군에서는 대조군보다 유의적으로 높게 나타났다.

Kim(65)의 표고버섯 분말을 첨가한 쌀कु키 연구에서도 부재료 분말 첨가량이 증가할수록 총 polyphenol 함량이 유의적으로 높게 나타나 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였으며 노루궁뎅이버섯 분말 첨가를 통해 총 polyphenol 함량을 높이는 것은 쌀कु키의 기능적인 면에서도 바람직한 방법이라고 사료된다.

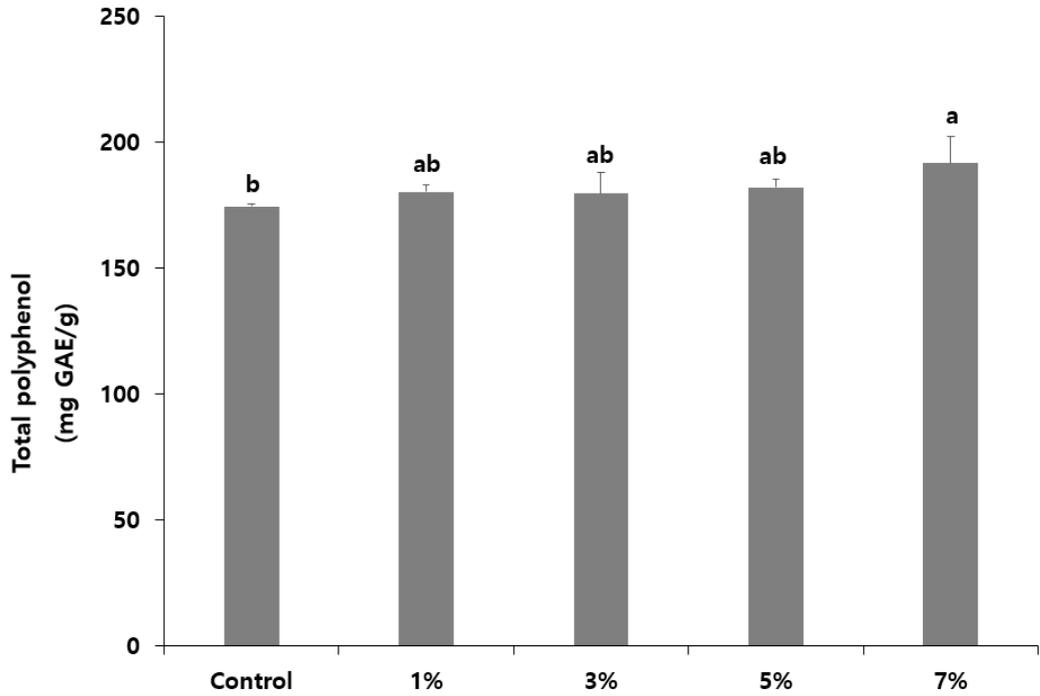


Fig. 7. Total polyphenol contents of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. ^{a-b}Values with different superscripts on the bar are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

3. 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 DPPH radical 소거능 측정 결과는 Fig. 8과 같다. 항산화 활성을 지닌 물질과 반응 후 수소 전자를 받아 환원됨에 따라 짙은 자색이 탈색되는 특징을 가지고 있는 DPPH radical은 짙은 자색 화합물이며, 비교적 빠른 시간 내에 항산화능을 측정할 수 있기 때문에 여러 천연 소재의 항산화 물질을 검출하는데 이용되고 있다(66,67). DPPH radical 소거능 측정 결과 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하지 않은 쌀쿠키 대조군은 $5.56 \pm 0.52\%$ 를 나타냈고, 첨가량 1, 3, 5, 7%에서는 각각 4.78 ± 1.99 , 4.58 ± 0.85 , 7.39 ± 0.75 , $7.79 \pm 1.42\%$ 로 첨가량에 따른 유의적인 변화가 없었다. 노루궁뎅이버섯 첨가 크림수프(33)의 연구에서는 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내어 본 실험과 유사하지 않은 경향을 나타냈다. 검은비늘버섯 분말(68)과 양송이버섯 분말(62), 새송이버섯 분말(69)을 첨가한 쿠키 및 표고버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키(65)의 연구결과에서도 총 폴리페놀 함량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능 또한 증가하는 것으로 나타나 본 실험과 유사하지 않은 경향을 나타냈다.

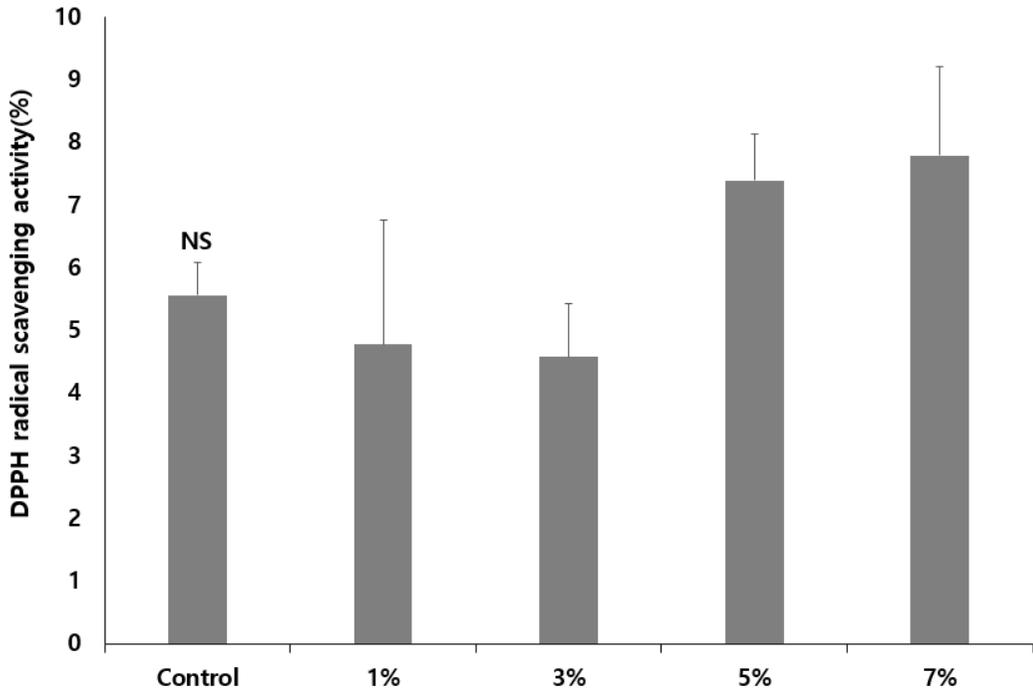


Fig. 8. DPPH radical scavenging activity of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. NS: not significant.

노루궁뎅이버섯 분말 첨가 쌀쿠키의 ABTS radical 소거능에 대한 측정 결과는 Fig. 9와 같다. 노루궁뎅이버섯 쌀쿠키의 ABTS radical 소거능은 대조군이 $23.61 \pm 1.02\%$ 로 가장 낮았으며, 첨가군 1, 3, 5, 7% 에서는 각각 29.36 ± 0.90 , 38.98 ± 0.55 , 49.19 ± 0.34 , 58.99 ± 0.36 로 나타났다. 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 ABTS radical 소거능이 대조군에 비해 유의적으로 높아지는 경향을 보였다. ABTS 용액과 과황산 칼륨 용액을 반응시켜 생성되는 ABTS는 415 nm, 645 nm, 734 nm, 815 nm에서 유의적인 흡광도를 나타낸다고 하였는데 그중 734 nm에서 흡광도를 측정하였으며 (70), 대조군과 노루궁뎅이버섯 분말의 첨가량이 증가하는 1, 3, 5, 7% 첨가군에서는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 이와 같이 산화방지 활성이 증가하는 것은 polyphenol, flavonoid 등과 같은 쿠키 속에 산화방지 물질이 증가하였기 때문이라고 하였다(71).

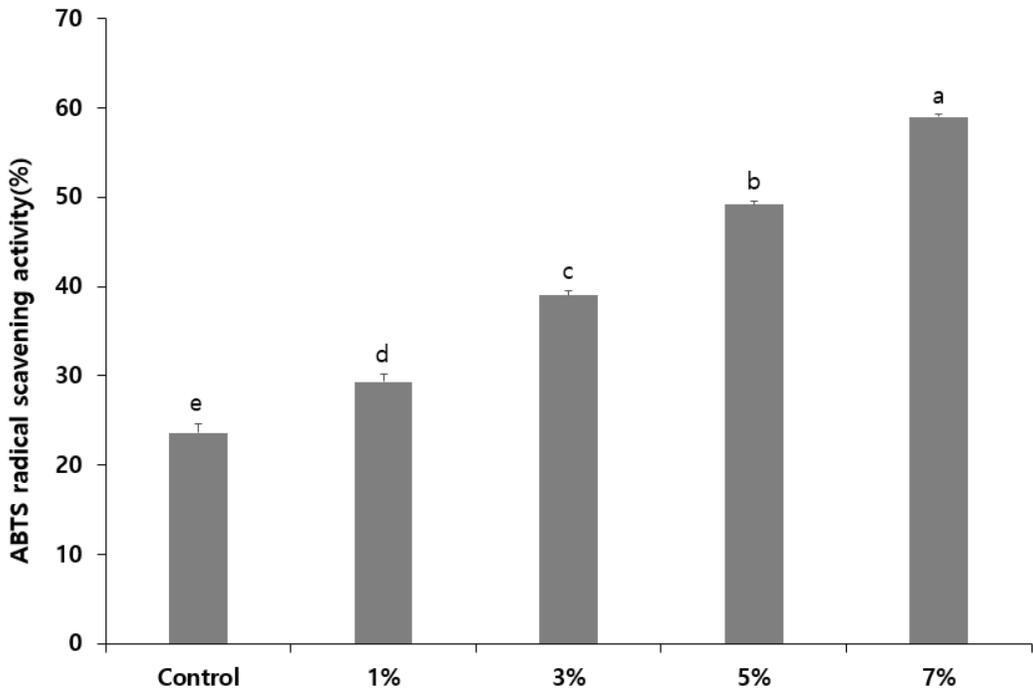


Fig. 9. ABTS radical scavenging activity of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. a-e Values with different superscripts on the bar are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

4. 쌀쿠키 반죽의 pH

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키 반죽의 pH는 Table 18과 같다. 쌀가루의 pH는 6.39 ± 0.01 이고, 노루궁뎅이버섯 분말의 pH는 6.12 ± 0.00 으로 나타났다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하지 않은 쌀쿠키 반죽의 pH는 대조군이 7.11 ± 0.07 로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 쌀쿠키 반죽의 pH 값은 감소하는 경향을 나타냈으며 7% 첨가군에서는 6.96 ± 0.06 으로 유의적으로 감소하였다.

반죽의 pH는 쿠키의 향과 외관의 색도 등에 영향을 미친다고 하였는데(72), pH가 높을수록 갈색화가 심해지고 강한 향과 소다 맛이 느껴질 수 있는 반면 쿠키의 pH가 낮을수록 쿠키의 색도가 연해지면서 기공이 작아지고 부드러운 경향을 보인다고 보고되었다(73). 쿠키 반죽의 pH 7 이하에서는 hexose가 enolization에 의해 hydroxymethylfurfural이 형성되고 이 물질은 아미노기와 결합하여 멜라노이딘과 다른 갈색 복합체 및 향 성분을 형성한다고 하였다(74). 노루궁뎅이버섯 분말 첨가죽(32), 크림수프(33)의 연구에서도 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아졌다고 하여 본 실험과 같은 경향이였다.

Table 18. pH values of rice cookies dough prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder.

Item	Weak rice flour	<i>Hericium erinaceus</i> powder	Dough containing various contents of <i>Hericium erinaceus</i> powder.				
			Control	1%	3%	5%	7%
pH	6.39 ± 0.01	6.12 ± 0.00	$7.11 \pm 0.07^{ab2)}$	7.18 ± 0.04^a	7.08 ± 0.04^{abc}	7.01 ± 0.04^{bc}	6.96 ± 0.06^c

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾a-c Means in row with different letters are significantly different($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

5. 쌀쿠키 반죽의 밀도

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키 반죽의 밀도는 Fig. 10과 같다. 대조군의 밀도는 1.25 g/mL로 나타났고 노루궁뎅이버섯 분말 1, 3, 5, 7% 첨가군은 각각 1.24 ± 0.05 , 1.25 ± 0.07 , 1.26 ± 0.07 , 1.26 ± 0.06 g/mL으로 전체 시료들 간에 유의적인 차이가 없었다.

팽창의 정도를 파악할 수 있는 반죽의 밀도는 쿠키의 주된 품질 평가 지표로 사용되고, 낮은 밀도값의 쿠키는 단단해서 기호성이 낮아질 수 있으며 높은 밀도 값의 쿠키는 쉽게 부스러지는 가능성이 있어 상품의 가치가 떨어지기도 한다(68).

쌀쿠키의 연구에서 민들레복합 분말(23), 헴프시드 가루(75), 타피오카 전분(76), 음나무잎 분말(26)의 연구에서는 첨가군과 대조군과는 유의적 차이가 없다고 하여 본 연구와 같은 경향이였다. 그러나 미역 분말(77), 표고버섯 분말(65), 연자와 복령가루(27)를 첨가한 쿠키의 연구에서는 분말 첨가량이 증가함에 따라 반죽의 밀도는 증가하였다고 하여 본 연구와 다른 경향이였다.

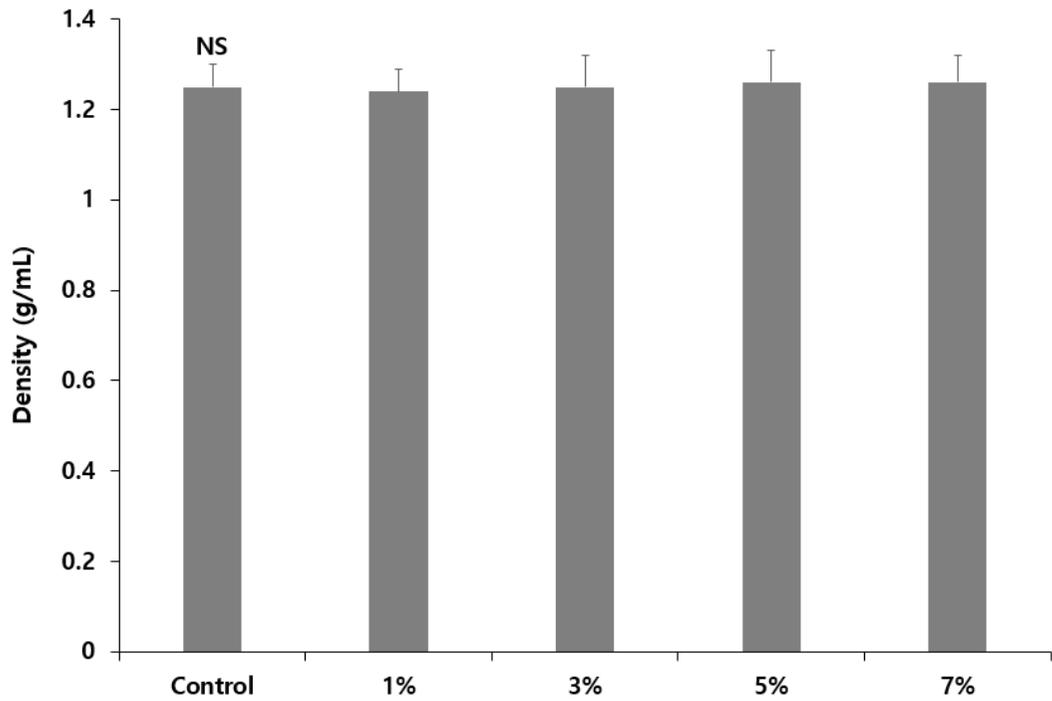


Fig. 10. Density of rice cookies dough prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. NS: not significant.

6. 쌀쿠키의 퍼짐성

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키와 첨가하지 않은 대조군 쌀쿠키의 직경, 두께 및 퍼짐성 지수를 Table 19에 나타냈다. 쌀쿠키의 직경은 대조군이 5.01 ± 0.02 cm로 1%와 3% 첨가군과의 유의적 차이가 없었으나 5% 첨가군부터는 유의적으로 감소하여 7% 첨가군이 4.90 ± 0.01 cm로 가장 낮았다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 높이는 대조군이 1.40 ± 0.01 cm로 가장 낮았으며, 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보이다가 7% 첨가군에서 유의적으로 높아졌다. 퍼짐성은 대조군이 3.56 ± 0.03 으로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으며 7% 첨가군에서는 3.39 ± 0.06 로 대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다.

쿠키의 퍼짐성은 설탕 입자의 크기, 오븐 온도, 반죽 온도, 반죽 농도의 영향을 받는다고 보고되었다. Kim(65)은 여러 종류의 분말 가루를 쿠키 반죽에 첨가할 경우 분말 가루 재료의 이화학적 특성으로 인해 쿠키의 퍼짐성이 영향을 받을 수 있다고 하였다. 추출액을 첨가할 경우 분말 가루를 첨가할 때에 비해서 퍼짐성이 크게 나타나며 반죽의 수분 흡수율을 분말 가루의 섬유소가 증가시킴으로써 당의 용해성 및 보습성은 낮아지지만 반죽의 건조도가 높아진다고 하였다. 또한, 수분이 결합수로 반죽 내에 존재할 경우 반죽의 점성을 낮추는데 기여할 수 없기 때문에 퍼짐성 지수는 낮아지게 되고 자유수로 존재할 경우에는 점성이 낮기 때문에 퍼짐성 지수가 높아진다고 알려져 있다(78).

본 연구 결과 노루궁뎅이버섯 분말 1~7% 첨가군의 쌀쿠키 퍼짐성 감소는 노루궁뎅이버섯 분말의 첨가 비율이 증가함으로써 반죽 내의 당 용해성 및 보습성, 그리고 수분 함량이 대조군에 비해 낮아짐으로 인해 쿠키의 팽창작용 및 유동성에 영향이 미쳐 노루궁뎅이버섯 쌀쿠키의 퍼짐성이 감소된 것으로 판단된다.

Table 19. Spread factor of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder

Items	<i>Hericium erinaceus</i> powder (%)				
	Control	1%	3%	5%	7%
Widthness(cm)	5.01±0.02 ^{2)a3)}	5.01±0.01 ^a	5.00±0.02 ^a	4.95±0.02 ^b	4.90±0.01 ^b
Thickness(cm)	1.40±0.01 ^b	1.43±0.03 ^{ab}	1.42±0.02 ^{ab}	1.42±0.02 ^{ab}	1.44±0.02 ^a
Spread factor(w/t) ¹⁾	3.56±0.03 ^a	3.50±0.06 ^a	3.51±0.05 ^a	3.48±0.05 ^a	3.39±0.06 ^b

¹⁾Spread ratio(w/t): Widthness(cm)/ Thickness(cm).

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

³⁾a-b: Means in row with different letters are significantly different($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

7. 쌀쿠키의 경도

노루궁뎅이버섯 분말 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키의 경도를 측정한 결과는 Fig. 11과 같다. 노루궁뎅이버섯 분말이 첨가된 쌀쿠키의 경도는 대조군이 $890.13 \pm 60.30 \text{ g/cm}^2$, 1% 첨가군 $668.14 \pm 87.18 \text{ g/cm}^2$ 로 대조군보다 낮아지는 경향을 보이다가 3%, 5% 첨가군은 각각 $836.26 \pm 93.33 \text{ g/cm}^2$, $914.62 \pm 66.60 \text{ g/cm}^2$ 로 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 노루궁뎅이버섯 분말 7% 첨가군에서는 $1427.17 \pm 97.38 \text{ g/cm}^2$ 로 가장 높은 값을 보이며 대조군과 유의차를 보였다.

쿠키의 조직감은 부재료의 종류 및 수분 함량, 첨가량, 반죽의 밀도 및 섬유소 함량 등에 의해 결정된다고 보고되었으며(79) 특히 쿠키의 조직감에 큰 영향을 주는 요소는 부재료의 수분 함량이라고 하였다(80). 쌀쿠키 연구에서 표고버섯 분말(65), 연자와 복령 가루(27), 볶은 콩가루(81)는 부재료 첨가량이 증가함에 따라 쿠키의 경도가 증가하였고 헴프시드 가루(75)도 5% 첨가군과 대조군과는 유의적 차이가 없었으나 10%, 15% 첨가군은 유의적으로 증가하였으며 커피 분말(82) 3% 이하의 낮은 농도 첨가군은 대조군과 유의적 차이가 없었으나 6%와 12% 첨가군은 유의적으로 증가하였다고 하여 본 실험과 비슷한 경향을 보였다. 그러나 타피오카 전분(76), 구아바 분말(21), 숙지황 분말(24), 스테비아잎 분말(25), 음나무잎 분말(26), 미역 분말(77)은 부재료 첨가량이 증가함에 따라 쌀쿠키의 경도가 감소하였다고 하여 본 연구 결과와 상반되는 결과를 보였다.

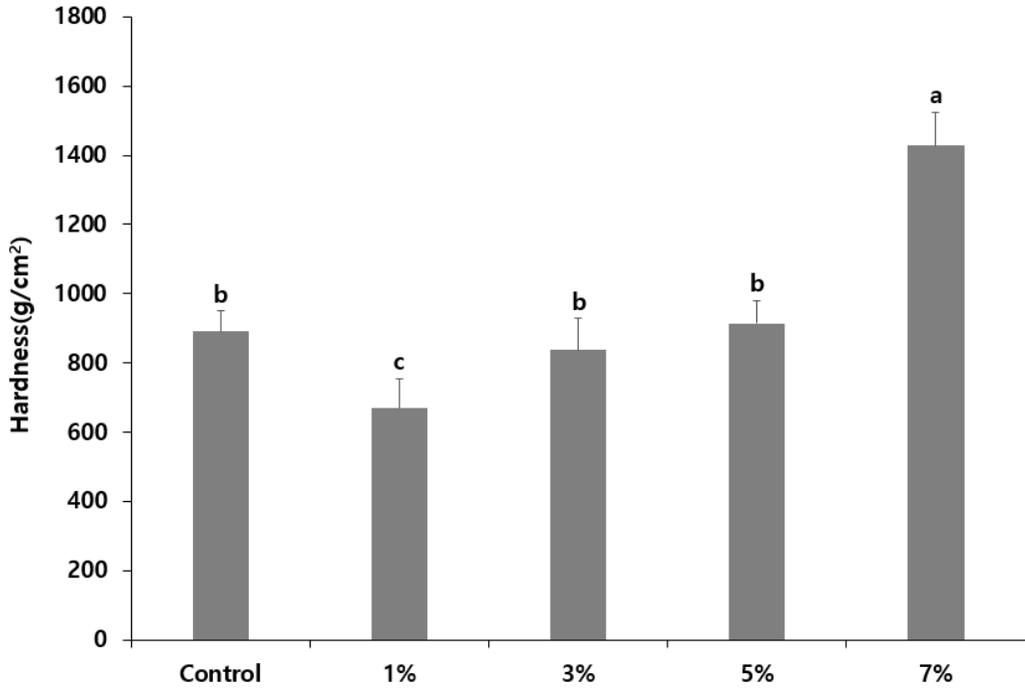


Fig. 11. Hardness of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder. All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations. ^{a-c}Values with different superscripts on the bar are significantly different at $P<0.05$ by Duncan's multiple range test.

8. 쌀쿠키의 색도

노루궁뎅이버섯 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀쿠키 반죽과 구운 쌀쿠키의 겉(crust)의 색도를 측정된 결과는 Fig. 12, Table 20과 같다. 반죽의 경우 명도를 나타내는 L값은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 7% 첨가군은 72.85±1.45로 가장 낮은 값을 보이며 대조군과 유의차를 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 대조군이 -1.51±0.31로 가장 낮았으며, 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 a값이 유의적으로 증가하여 7% 첨가군이 -0.37±0.35로 가장 높았다. 황색도를 나타내는 반죽의 b값은 대조군과 첨가군 사이에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

쌀쿠키를 구운 후의 겉(crust)의 L값은 대조군이 82.08±0.79로 가장 높게 나타났으며, 노루궁뎅이버섯 분말 3% 이상 첨가군에서부터 유의적으로 낮아지면서 7% 첨가군에서는 70.67±1.78로 가장 어두운색을 나타냈다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 국수(28), 설기떡(29), 진말다식(30)의 연구에서도 부재료인 버섯 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하는 것으로 보고되어 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 쌀쿠키 겉(crust)의 a값은 대조군이 -0.13±0.14로, 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 a값도 유의적으로 높아져 7% 첨가군이 3.17±0.93로 가장 높았으며 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 국수(28), 설기떡(29), 진말다식(30)의 연구에서도 유사한 경향을 보였다. 쌀쿠키 겉(crust)의 b값은 대조군이 29.41±0.80을 나타냈으며 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값도 증가하는 경향을 보이며 7% 첨가군에서 31.82±0.43 값을 나타내 대조군과 유의차를 보였다. 이는 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 설기떡(29), 크림수프(33) 연구에서도 노루궁뎅이버섯의 첨가량이 증가할수록 b값은 증가한다는 결과와 일치했다. 반면 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 진말다식(30) 연구의 경우에는 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 b값이 감소하는 경향을 보여 본 연구와 차이를 보였다.

따라서 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 구운 쌀쿠키 겉(crust) 색도의 경우, L값은 노루궁뎅이버섯 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아졌고 a값과 b값은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다. 이는 기능성 부재료 첨가는 특유의 색을 나타내게 하므로 관능적 특성에 영향이 있을 것으로 생각된다.

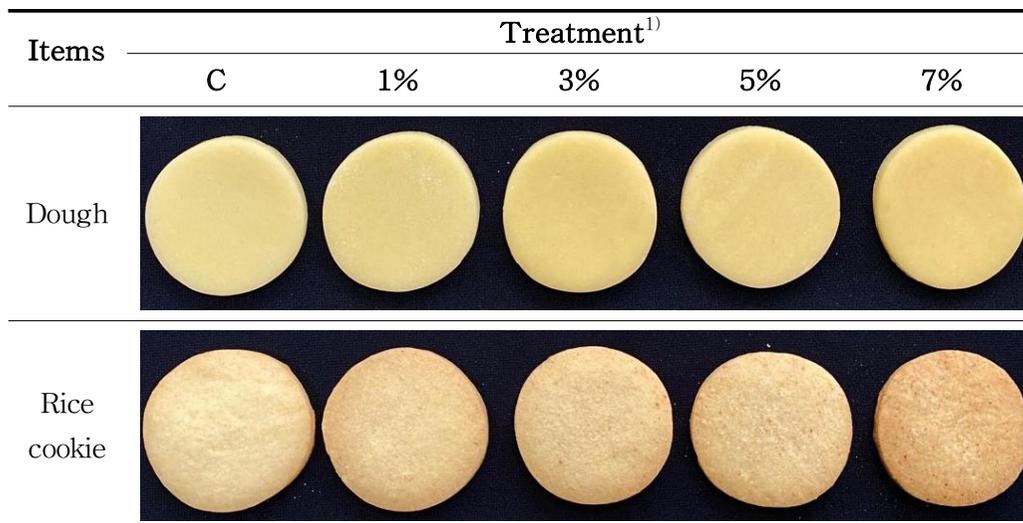


Fig. 12. Appearance of *Hericium erinaceus* dough and baked rice cookies.

¹⁾Treatment : See the legend of Table 20.

Table 20. Colorimetric characteristics of dough and rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder

Items	<i>Hericium erinaceus</i> powder (%)					
	C	1%	3%	5%	7%	
Dough	L	78.03±1.18 ^{1)a2)}	77.50±0.67 ^a	77.02±1.47 ^a	75.98±1.59 ^a	72.85±1.45 ^b
	a	-1.51±0.31 ^c	-1.15±0.33 ^{bc}	-0.63±0.21 ^{ab}	-0.42±0.32 ^a	-0.37±0.35 ^a
	b	32.03±0.73 ^{NS3)}	30.89±0.83	31.83±0.55	31.87±0.93	32.44±0.68
Crust of cookie	L	82.08±0.79 ^a	79.08±1.41 ^{ab}	74.66±3.98 ^{bc}	73.71±3.73 ^c	70.67±1.78 ^c
	a	-0.13±0.14 ^d	1.64±1.05 ^c	2.10±0.95 ^b	3.10±1.18 ^a	3.17±0.93 ^a
	b	29.41±0.80 ^{bc}	28.97±0.62 ^c	29.34±1.76 ^{bc}	31.22±0.70 ^{ab}	31.82±0.43 ^a

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾a-d: Means in row with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

³⁾NS: not significant.

9. 관능검사

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하여 제조한 쌀쿠키의 관능적 기호도 검사 5가지 항목 색상, 맛, 향미, 질감, 전체적 기호성을 조사한 결과는 Table 21과 같다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 색상과 전체적 기호성에서는 대조군과 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었다. 맛에 대한 선호도는 대조군, 1%, 3% 첨가군이 각각 5.05 ± 0.89 , 5.30 ± 1.30 , 5.40 ± 0.99 로 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가량이 증가할수록 점수가 높아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었고 5%와 7% 첨가군에서는 각각 3.95 ± 1.57 , 3.40 ± 1.53 로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아졌다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 국수(28), 진말다식(30)의 연구에서도 버섯 첨가량이 증가할수록 맛에 대한 평가가 낮게 되었는데 이는 노루궁뎅이버섯 특유의 쓴맛 때문이라고 사료된다. 향미는 대조군과 1%, 3% 첨가군이 각각 4.90 ± 0.91 , 5.05 ± 1.14 , 4.95 ± 1.00 을 나타내 가장 높은 점수를 나타내었고 5%와 7% 첨가군은 각각 4.25 ± 1.29 , 3.80 ± 1.44 를 나타내 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 향미에 대한 점수는 낮아졌다. 질감에서는 대조군이 4.80 ± 1.06 으로 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 점수가 높아지는 경향을 보이며 3% 첨가군에서 5.45 ± 1.00 으로 가장 높은 점수를 나타냈으나 5%와 7% 첨가군은 각각 4.25 ± 1.29 , 3.80 ± 0.69 로 7% 첨가군에서 가장 낮게 나타났다.

관능적 기호도 검사를 종합해 볼 때 1%와 3% 첨가군은 맛, 향미, 질감에서 대조군보다 높은 점수를 나타냈으나 노루궁뎅이버섯 분말 5% 이상 첨가군에서는 쌀쿠키의 색상, 맛, 향미, 질감, 전체적 기호성에서 모두 대조군보다 낮은 점수를 나타내 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인하였다. 따라서 노루궁뎅이버섯 분말 1%와 3%를 첨가한 쌀쿠키 제조가 가장 좋은 조건이라 생각된다.

Table 21. Sensory evaluation of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder

Sensory Characteristics	<i>Hericium erinaceus</i> content (%)				
	Control	1%	3%	5%	7%
Color	4.9±1.02 ^{1)NS2)}	5.25±1.12	5.10±1.07	4.90±0.91	4.65±1.50
Taste	5.05±0.89 ^{a3)}	5.30±1.30 ^a	5.40±0.99 ^a	3.95±1.57 ^b	3.40±1.53 ^b
Flavor	4.90±0.91 ^a	5.05±1.14 ^a	4.95±1.00 ^a	4.25±1.29 ^{ab}	3.80±1.44 ^b
Texture	4.80±1.06 ^{ab}	5.05±0.82 ^{ab}	5.45±1.00 ^a	4.25±1.29 ^{bc}	3.80±0.69 ^c
Overall acceptability	4.95±0.94 ^{NS}	5.30±1.13	5.30±0.92	4.55±1.14	4.45±1.00

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾NS: not significant.

³⁾a-c: Means in row with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하여 제조한 쌀쿠키의 특성 강도 검사 4가지 항목 노루궁뎅이버섯 향, 경도, 고소한 맛, 입자의 표면상태를 조사한 결과는 Table 22 와 같다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 향은 대조군이 3.05 ± 1.10 이고 1, 3, 5, 7% 첨가군은 각각 5.85 ± 0.74 , 5.40 ± 0.68 , 4.85 ± 0.49 , 4.65 ± 0.59 를 나타내 1% 첨가군이 노루궁뎅이버섯 향에 대해 가장 높은 점수를 나타냈다. 경도에 대한 점수는 3, 1, 5, 7% 첨가군, 대조군 순으로 높았으며 3% 첨가군과 대조군은 각각 5.40 ± 1.31 , 4.25 ± 1.21 를 나타냈다. 고소한 맛은 1% 첨가군이 5.30 ± 1.08 로 대조군에 비해 높아지는 경향을 보였고, 5%와 7% 첨가군은 각각 4.15 ± 1.42 , 2.95 ± 1.47 로 대조군보다 유의적으로 더 낮아져 5% 이상의 노루궁뎅이버섯 분말 첨가는 고소한 맛을 저해하는 요인으로 사료된다. 입자의 표면상태에서는 1%와 3% 첨가군이 각각 5.35 ± 1.14 , 5.30 ± 1.17 로 가장 높았으며 대조군은 4.75 ± 1.02 , 5%와 7% 첨가군은 각각 4.55 ± 1.10 , 4.20 ± 0.69 로 5% 이상 첨가군에서는 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아졌다. 노루궁뎅이버섯 쌀쿠키의 특성 강도 검사 결과를 종합해볼 때, 노루궁뎅이버섯 향과 경도는 대조군에 비해 노루궁뎅이버섯 분말 첨가군이 더 높은 점수를 나타냈으나 5% 이상 첨가군에서는 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아지는 경향을 보였다. 고소한 맛과 입자의 표면상태는 1%와 3% 첨가군에서 가장 높은 점수를 나타냈고 5% 이상 첨가군에서는 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아져 대조군보다 더 낮은 점수를 나타냈다. 노루궁뎅이버섯 분말 7% 첨가군은 노루궁뎅이버섯 향, 경도, 고소한 맛, 입자의 표면상태에서 대조군보다 평가가 더 낮게 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 대조군보다 적정량의 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하는 것이 쌀쿠키 제조 시 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보이지만, 적정량 이상을 첨가할 경우 쌀쿠키의 고소한 맛, 표면의 입자 상태에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 1%와 3% 분말을 첨가하여 제조한 쌀쿠키가 품질 요소를 향상시키는데 가장 좋은 조건으로 상품 개발 가능성이 클 것으로 생각된다.

Table 22. Sensory test(intensity) of rice cookies prepared with different amounts of *Hericium erinaceus* powder

Sensory Characteristics	<i>Hericium erinaceus</i> powder content (%)				
	Control	1%	3%	5%	7%
Aroma	3.05±1.10 ^{1)(d2)}	5.85±0.74 ^a	5.40±0.68 ^{ab}	4.85±0.49 ^{bc}	4.65±0.59 ^c
Hardness	4.25±1.21 ^c	5.30±0.98 ^{ab}	5.40±1.31 ^a	4.75±1.25 ^{abc}	4.40±0.94 ^{bc}
Roasted nutty	4.65±1.09 ^{ab}	5.30±1.08 ^a	5.10±1.21 ^{ab}	4.15±1.42 ^b	2.95±1.47 ^c
Graininess	4.75±1.02 ^{ab}	5.35±1.14 ^a	5.30±1.17 ^a	4.55±1.10 ^{ab}	4.20±0.69 ^b

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾a-b: Means in row with different letters are significantly different($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

제4장 요약 및 결론

본 연구는 약용식물로 알려진 노루궁뎅이버섯의 영양성분 및 기능성 성분의 유지를 위한 적합하고 최적인 건조 방법을 모색하여 건조 방법에 따른 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 및 항산화 활성을 비교 분석하였다. 또한 노루궁뎅이버섯의 응용 범위 확대를 위해 항산화 활성이 더 우수한 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 최적의 배합비를 확립하고 관능적 기호도 검사와 특성 강도 검사를 통해 건강 기능성 식품으로서의 이용 가능성을 검토하고자 하였다.

건조 방법에 따른 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯의 이화학적 성분 분석 결과 수분 함량은 건조 방법에 따른 차이를 보이지 않았고, 탄수화물 함량은 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 높게 나타났다. 조단백질, 조지방 및 회분 함량은 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 더 높게 나타났다. 유리 아미노산은 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 총 20종이 검출되었고 열풍건조에서 검출된 methionine, tryptophan, β -alanine은 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 검출되지 않았다. 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 총 23종의 유리 아미노산이 검출되었으며 phenylalanine, tyrosine, taurine, glutamic acid, α -aminoadipic acid는 동결건조보다 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 높은 수치를 보였다. 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 alanine, glutamic acid, leucine 순으로, 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서는 alanine, glutamic acid, valine 순으로 유리 아미노산 함량이 높았다. 주요 지방산은 palmitic acid, linoleic acid, oleic acid이었으며 pentadecanoic acid는 열풍건조에서 더 높게 나타났으나 건조 방법에 따른 지방산 함량의 유의차는 없었다. 건조 방법에 따른 비타민 A, E 및 C의 함량 중 비타민 E는 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 높게 나타났고, 비타민 A는 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서만 검출되었다. 비타민 C 함량은 건조 방법에 따른 유의차가 없었다. 주요 유기산은 malic acid로 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 가장 높은 함량을 나타냈으며 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 높게 나타났다. 노루궁뎅이버섯 분말에서 검출된 유기산 중 succinic acid, formic acid, acetic acid 함량은 건조 방법에 따른 유의차가 없었고, citric acid는 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서만 검출되었다. 무기질 함량은 건조 방법과 관계없이 K 함량이 가장 높았고, 총 무기질 함량은 열풍건조 노루궁뎅이버섯

분말에서 유의적으로 높았다.

건조 방법을 달리한 노루궁뎅이버섯 추출물의 항산화 활성을 알아보는 방법으로 80% 에탄올로 추출한 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯의 총 polyphenol 함량, 총 flavonoid 함량 및 항산화 활성 등을 조사한 결과는 다음과 같다. 총 polyphenol 함량은 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 각각 75.67 ± 1.81 mg GAE/g 및 72.62 ± 9.96 mg GAE/g로 유의차가 없었으나, 총 flavonoid 함량은 각각 23.89 ± 0.78 mg QE/g 및 11.92 ± 1.60 mg QE/g로 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 높게 나타났다. 동결건조 및 열풍건조 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능도 함께 증가하여 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서는 각각 58.97%, 60.88%를 나타냈고, ABTS radical 소거능은 동결건조 및 열풍건조 모두 농도가 비례적으로 증가하여 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 에서 각각 73.74%, 76.13 ± 1.69 을 보였으나 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능 모두 건조 방법에 따른 농도별 유의차는 보이지 않았다. 노루궁뎅이버섯 분말의 항산화 지수는 건조 방법에 따른 차이가 크지 않고 항산화 활성이 비슷했으나 합성 항산화제 butylated hydroxy anisole(BHA), dibutyl hydroxy toluene(BHT), ascorbic acid에 비해 낮았다. 종합적인 결과 노루궁뎅이버섯 분말 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량과 DPPH radical 소거능, ABTS radical 소거능은 건조 방법에 따른 유의적인 차이가 없었으나 총 flavonoid 함량은 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말에서 유의적으로 높게 나타났다. 따라서 동결건조 방식이 열풍건조 방식에 비해 노루궁뎅이버섯의 항산화 활성을 증대시킬 수 있는 방법이라 생각된다.

노루궁뎅이버섯의 응용 범위의 다양화를 위해 생리 활성이 우수한 동결건조 노루궁뎅이버섯 분말을 각각 0%(대조군), 1%, 3%, 5%, 7% 첨가한 쌀कु키를 제조한 후 품질특성 및 항산화 활성과 관능검사를 실시하였다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀कु키의 일반성분을 살펴보면 수분과 NDF 함량은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보이다가 5% 이상 첨가군에서부터는 유의적으로 감소하였고, 탄수화물은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량 증가에 따라 유의적으로 감소하였다. 조지방 함량은 노루궁뎅이버섯 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 조단백질과 조회분, ADF 함량은 노루궁뎅이버섯 첨가량에 따른 유의적인 차이가 없었다. 노루궁뎅이버섯 분말 쌀कु키의 총 polyphenol 함량은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보이며 7% 첨가군에서

유의적으로 높았고, DPPH radical 소거능은 첨가량에 따른 유의차가 없었다. 쌀कु키의 ABTS radical 소거능은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 높아졌다. 쌀कु키의 퍼짐성 지수는 7% 첨가군에서 가장 낮은 값을 보이며 대조군과 유의차를 보였고, 쌀कु키 반죽의 밀도는 대조군과 첨가군 사이에 유의차가 없었다. 쌀कु키 경도는 7% 첨가군에서 가장 높았으며 대조군과 유의차를 보였다. 쌀कु키를 굽기 전 반죽의 색도는 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가함에 따라 명도를 나타내는 L값이 7% 첨가군에서 유의적으로 낮게 나타났고, 적색도를 나타내는 a값은 유의적으로 증가했다. 황색도를 나타내는 b값은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량에 따른 유의차가 없었다. 오븐에 구운 쌀कु키 겉의 색도 L값은 노루궁뎅이버섯 첨가량이 증가할수록 낮아졌고, a값과 b값은 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 보이며 7% 첨가군에서 가장 높게 나타났다. 쌀कु키의 관능적 기호도 검사를 종합해 볼 때 맛, 향미, 질감 항목에서 노루궁뎅이버섯 분말 1%와 3% 첨가군 점수가 가장 높았으며, 5% 이상 첨가군에서는 노루궁뎅이버섯 분말 첨가량이 증가할수록 점수가 낮아졌다. 쌀कु키의 특성 강도 검사를 실시한 결과 노루궁뎅이버섯 분말 1% 첨가군이 노루궁뎅이버섯 향, 고소한 맛, 입자의 표면 상태에서 가장 높은 점수를 나타냈으며 경도는 3% 첨가군에서 점수가 가장 높았다. 고소한 맛과 입자의 표면 상태 항목에서 1%와 3% 첨가군은 대조군보다 더 높은 점수를 나타냈으나, 5% 이상 첨가군에서는 점수가 낮아지는 경향을 보이며 7% 첨가군의 점수가 가장 낮았다. 노루궁뎅이버섯 분말을 첨가하는 것이 쌀कु키의 향, 경도, 고소한 맛, 입자의 표면상태에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보이나 5% 이상 첨가할 경우 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 볼 때, 노루궁뎅이버섯 분말을 1%와 3%를 첨가하여 제조하는 것이 색상, 향미, 맛, 질감, 전체적 기호성 등에서 만족도를 상승시킬 것으로 판단된다.

본 연구 결과를 종합해보면, 노루궁뎅이버섯 분말의 효율적인 건조 방법을 규명하기 위해 실시한 영양성분 및 기능성 성분을 비교 분석한 결과 노루궁뎅이버섯 추출물의 항산화 활성의 조사 결과에서는 동결건조 노루궁뎅이버섯의 항산화 효과가 더 높았으나 일반성분, 무기질, 유리 아미노산 등은 열풍건조 노루궁뎅이버섯에서 성분 함량이 더 우수했다. 이는 경제적으로 부담이 큰 동결건조 방법 대신 보다 저렴한 건조 방법으로 알려진 열풍건조 방법을 통해서도 노루궁뎅이버섯의 영양성분을 고려한 기능성 식품 개발이 가능할 것으로 생각된다. 또한, 동결건조

노루궁뎅이버섯 분말을 첨가한 쌀쿠키의 관능적 기호도 및 특성 강도 검사에서 노루궁뎅이버섯 분말 1%와 3% 첨가 시 선호도가 가장 높았기 때문에 노루궁뎅이버섯 분말 첨가를 통해 쌀쿠키의 가치를 높일 수 있을 것으로 판단되며, 이러한 품질특성 및 관능특성에 관한 기초적인 연구 결과를 바탕으로 노루궁뎅이버섯의 이용도를 높이고 건강 기능적인 측면을 고려한 상품의 개발 가능성을 확인한 것으로 가치가 있을 것으로 생각한다.

참고 문헌

1. Rhee YK, Han MJ, Park SY, Kim DH. 2000. *In vitro* and *in vivo* antitumor activity of the fruit Body of *Phellinus linteus*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 478-479.
2. Kim SH, Kim ES. 1997. Studies on the immunomodulating effects of polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum* on macrophage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 148-153.
3. Lee HW, Lee DW, Ha HC, Jung IC, Lee JS. 2002. Antioxidant activities of the mycelium and culture broth of *Phellinus igniarius* and *Agrocybe cylindracea*. *Korean J Mycology* 30: 37-43.
4. 차동열, 유창현, 김광포. 1989. 최신 버섯재배기술. 상록사. 수원 pp378-389.
5. Chang S, H, Miles P. G. 1989. Edible mushroom and their cultivation. *CRC Press* 120: 307-312.
6. 박완희, 이호득. 1999. 원색한국약용버섯도감. 교학사. pp442-443.
7. Yang OY, Jong SC. 1989. Medical mushrooms in china. *Mush Sci* 12: 631-643.
8. Ahn DK. 1992. Medicinal fungi in korea. *Kor J Mycol* 20: 154-165.
9. Kawagishi, H et al. 1991. biological active compounds from the *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron letters* 33: 533-540.
10. Mizuno T, Wasa T, Ito H, Suzuki C, Ukai N. 1992. Antitumor active polysaccharides isolated from the fruiting body of *Hericium erinaceum*, an edible and medicinal mushroom called yamabushitake or houtou. *Biosci Biotech Biochem* 56: 347-355.
11. Kwon SC, Park GY, Jeong JH, Lee KH. 2008. Chemical composition *Hericium erinaceum* cultured by the extracts of *Angelica keiskei* and the byproduct of *Angelica keiskei*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1168-1173.
12. Han HS. 2004. The effects of the materials for the dough of cookies and products. MS thesis, Kyonggi University, Korea.
13. Shim EA, Kwon YM, Lee JS. 2012. Quality characteristics of cookies containing yacon(*Smallanthus sonchifolius*) leaf powder. *J Korean soc Food*

cult 27: 82-88.

14. Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 832-838.
15. Jung JH, Yoon HH. 2016. Sensory characteristics and consumer acceptance of gluten-free rice pasta with added buckwheat, mungbean and acorn starches. *Korean J Food Cook Sci* 23: 413-425.
16. Kwon YR, Jung MH, Cho JH, Song YC, Kang HW, Lee WY, Youn KS. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with different amylose contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 832-838.
17. Kim SK, Choi YS. 2013. The quality characteristics of rice cookies added with guava(*Psidium guajava* L.) powder. *Korean J Culinary Res* 19: 248-258.
18. Jeong YJ, Han YS. 2015. Antioxidative activities and quality characteristics of rice cookies with added *Ligularia fischeri*(Ledeb.) Turcz. Powder. *Korean J Food Cook Sci* 31: 733-740.
19. Byeon YS, Ra HN, Kim HY. 2017. Antioxidant activity and sensory characteristics of rice cookies containing dandelion complex powder. *Korean J Food Sci Technol* 49: 173-180.
20. Shin SK, Min AY, Kim HJ, Lee SJ, Sim EK, Lee KJ, Lee BD, Kim MR. 2015. Quality characteristics and antioxidative activities of rice cookies with *Rehmannia glutinosa* preparata. *Korean J Food Cook Sci* 31: 136-143.
21. Kim DS, Shin JH, Joo NM. 2017. Quality characteristics of rice cookies prepared with *Stevia rebaudiana* leaf. *J Korean Diet Assoc* 23: 14-26.
22. Lee, EJ, Jin SY. 2015. Antioxidant activity and quality characteristics of rice cookies added *Kalopanax pictus* leaf powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 25: 672-680.
23. Kim SM. 2011. Quality characteristics of rice cookies added with *Nelumbo nucifera* gaertn and *Poria cocos wolf* powder. MS Thesis. Myongji University, Gyeonggi, Korea.
24. Ratti C. 2001. Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *J*

- Food Eng* 49: 311-319.
25. Kim JM, Lee YC, Kim KO. 2003. Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of ginkgo nut powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 393-398.
 26. Holdsworth SD. 1971. Dehydration of food products. *J Food Technol* 6: 331 -334.
 27. Jang JR, Kim KK, Lim SY. 2008. Anticancer and antioxidant effects of solvent extracts from dried onion with different drying methods. *J Life Sci* 18: 1271-1277.
 28. Oh BY, Lee YS, Kim YO, Kang JH, Jung KJ, Park JH. 2010. Quality characteristics of dried noodles prepared by adding *Hericium erinaceum* powder and extract. *Korean J Food Sci Technol* 42: 714-720.
 29. Yoon SJ, Lee MY. 2004. Quality characteristics of sulgidduk added with concentrations of *Hericium erinaceus* powder. *Korean J Food Cook Sci* 20: 575-580.
 30. Choi YS, Jegal SA. 2012. The quality characteristics of wheat flour dasik with different amounts of *Hericium erinaceus* powder. *Korean J Culi Res* 18: 206-214.
 31. Lee SJ, Park JH, Lee C, Moon BK. 2013. Quality characteristics of seasoning with different particle size of *Hericium erinaceus* powder. *Korean J Food Cook Sci* 29: 741-747.
 32. Park BH, Ko GM, Jeon ER. 2015. Quality characteristics of jook prepared with *Hericium erinaceum* Powder. *J Korean Soc Food Cult* 30: 227-232
 33. Yang SW, Kim BR, Park GH, Lee GW, Yeon SH, Lee D, Son GH, Kang GH, Kim SH, Moon BG. 2014. Quality characteristics of cream soup with *Hericium erinaceus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 631-640.
 34. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA, 788.
 35. Waters Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Seoul, Korea. pp41-46.
 36. Van Wunngaarden D. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from

- liquid for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 39: 848-850.
37. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean meju model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1006-1015.
 38. Korea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea. pp383-385, 367-368.
 39. Rizzolo A, Formi E, Polesello A. 1984. HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14: 189-199.
 40. AOAC. 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA, 878.
 41. Jung GT, Ju IO, ChoiJS, Hong JS. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis* RUPRECHT(Omija) seed. *Korean J Food Sci Technol* 32: 928-935.
 42. Lee KI, Kim SM. 2009. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 276-273.
 43. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Bio Chem* 12: 239-249.
 44. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard food analysis. Paju: Jigu-Moonwhasa. pp381-382.
 45. Biois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1203.
 46. 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.
 47. AACC. 1983. Approved methods of the AACC. 8th ed., American of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
 48. Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1414-1421.
 49. AACC. 1995. Approved methods of the AACC. 9th ed, Method 10-52.

American of Cereal Chemists. St. Paul, MN.

50. Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of amino acids and peptides in food taste. ACS Symposium series-American Chemical Society. USA.
51. Muting D, Kalk JF. 1992. Long-term effectiveness of high-dosed ornithine-aspartate on urea synthesis rate and portal hypertension in human liver cirrhosis. *Amino Acids* 3: 147-153.
52. Shi HP, Fishel RS, Efron DT, Williams JZ, Fishel MH, Barbul A. 2002. Effect of supplemental ornithine on wound healing. *J Surgical Res* 106: 299-302.
53. Ryu BH, Jeon JH. 2004. Continuous production of γ -aminobutyric acid by immobilization of *Lactobacillus brevis*. *J life Sci* 14: 167-173.
54. Difiglia M, Aronin N. 1990. Synaptic interactions between GABAergic neurons and trigemiothalamic cells in the rat trigeminal nucleus caudalis. *Synapse* 6: 358-363.
55. Zhu YP, Su ZW, Li CH. 1989. Growth-inhibition effects of oleic acid, linoleic acid and their methyl esters on transplanted tumors in mice. *J Natl Cancer Inst.* 81: 1302-1306.
56. 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: 100-105.
57. Kim JH, Song JY, Lee JM, Oh SH, Lee HJ, Choi HJ. 2010. A study on physiochemical property of *Salicornia herbacea* & *Suaeda japonica*. *J Food Hyg Saf* 25: 170-179.
58. Cho JS. 1984. Food materials 8th ed. Moonwoondang, Seoul, Korea. pp139-184.
59. Lee YC. 1984. Effect of ethephon treatment on vitamin and mineral contents of fresh tomatoes. *Korean J Food Sci Technol* 15: 409-413.
60. Lee YC. 1984. Effect of ripening methods and harvest time on vitamin content of tomatoes. *Korean J Food Sci Technol* 16: 59-65.
61. Park WB, Kim DS. 1995. Changes of contents of β -carotene and vitamin C

- and antioxidative activities of juice of *Angelica keiskei* Koidz stored at different conditions. *Korean J Food Sci Technol* 27: 375-379.
62. Lee JS, Jeong SS. 2009. Quality characteristics of cookies prepared with button mushroom(*Agaricus bisporous*) powder. *Korean J Food Cook Sci* 25: 98-105.
 63. Choi JH, Oh SK. 1983. Studies on the anti-aging action of Korean ginseng. *Korean J Food Sci Technol* 12: 323-335.
 64. Halliwell B, Gutteridge JM. 1990. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods Enzymol* 186: 1-85.
 65. Kim MJ, Chung HJ. 2017. Quality characteristics and antioxidant activities of rice cookies added with *Lentinus edodes* powder. *Korean J Food Preserv* 24: 421-430.
 66. Thongchai W, Liawruangrath B, Liawruangrath S. 2008. Flow injection analysis of total curcuminoids in turmeric and antioxidant capacity using 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay. *Food Chem* 112: 494-499.
 67. Que F, Mao L, Zhu C, Xie G. 2006. Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci Technol* 39: 111-117.
 68. Kim JW, Kim SH, Yoon HS, Song DN, Kim MJ, Chang WB, Song IG, Eom HJ. 2013. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies with *Pholiota adiposa* powder. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 42: 1966-1971.
 69. Kim YJ, Jung IK, Kwak EJ. 2010. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with *Pleurotus eryngii* powder. *Kor J Food Sci Technol* 42: 183-189.
 70. Shin YS. 2007. Antioxidant and anti-inflammatory effects of fractions from Dandelion leaf and root. MS Thesis. Seoul National University, Seoul, Korea.
 71. Lee YM, Shin HS, Lee JH. 2017. Quality characteristics and antioxidant properties of cookies supplemented with *Taraxacum coreanum* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 46: 273-278.
 72. Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA. 2006. Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *J Korean Soc Food Cult* 21: 541-549.

73. Cha SS, Lee JJ. 2016. Quality characteristics and antioxidant activities of cookies added with *Peucedanum Japonicom* Thumb powder. *Korean J Human Ecology* 25: 595-606.
74. Go NH. 2014. Quality Characteristic and antioxidant activity of cookies applying with sweet potato(*Ipomoea batatas* L.) leaf powder. MS thesis. Sejong University, Seoul, Korea.
75. Ryu JH, Chung HJ. 2018. Quality characteristics and antioxidant activity of rice cookies added with hempseed powder. *Korean J Food Nutr* 31: 478-484.
76. Lee JK, Oh SH, Lim JK. 2013. Effects of tapioca starches on quality characteristics of rice cookies. *Korean J Food Cook Sci* 29: 469-478.
77. Jung KJ, Lee SJ. 2011. Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard(*Undaria pinnatifida* suringer) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1453-1459.
78. <https://blog.naver.com/romepetrus/70163478006>.
79. Joo SY, Choi HY. 2012. Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 182-191.
80. Kwak DY, Kim JH, Kim JK, Shin SR, Moon KD. 2002. Effects of rot water extract from roasted safflower(*Carthamus tinctorius* L.) seed on quality of cookies. *Korean J Food Preserv* 9: 304-308.
81. Lee JK, Lim JK. 2013b. Effects of roasted soybean flour on textural properties of rice cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1426-1432.
82. Seong JH, Chung HS, Kim HB, Lee JB, Moon KD. 2014. Quality characteristics of rice cookies as affected by coffee addition. *Korean J Food Preserv* 21: 40-45.