

곰취 분말 첨가 화취안(花捲)의 항산화 활성 및 품질특성

손을평·정이지·한영실[†]

숙명여자대학교 식품영양학과

Antioxidative Activities and Quality Characteristics of Steamed Roll with Added *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. Powder

Yi-Ping Sun · Yi-Ji Jeong · Young-Sil Han[†]

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate antioxidant activities and quality characteristics of the steamed roll added *Ligularia fischeri* (Ledeb.)Turcz. powder. **Methods:** Steamed roll were prepared with different amounts (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% to the flour quantity) of *Ligularia fischeri* powder. **Results:** As a result of measuring the normal component and the sugar content of the steamed roll added with *Ligularia fischeri* powder showed a tendency to increase as the added amount more significant increase ($p<0.001$). The pH of steamed roll significantly decreased with fermentation time ($p<0.001$) after again appeared a tendency to increased ($p<0.001$). The moisture of steamed roll were measured by significantly decreased as *Ligularia fischeri* powder content increased ($p<0.001$).The results of color value, L(lightness)and a(redness)values decreased with b (yellowness) increasing concentration of *Ligularia fischeri* powder ($p<0.001$). In texture analysis, gumminess, adhesiveness, cohesiveness, springiness decreased while chewiness and hardness increased as the amount of increasing concentration of *Ligularia fischeri* powder ($p<0.001$). According to the sensory evaluation, appearance, texture, moisture of 0.5% group received the highest score, color, flavor and overall acceptability were showed good results in 1% group ($p<0.001$). **Conclouision:** In summary, this study was considered that it can be manufactured as natural functional food that can sensory preference in 1%steamed roll added with *Ligularia fischeri* powder.

Key words: *Ligularia fischeri*, steamed roll, quality characteristics, antioxidative activity

I. 서론

곰취(*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz.)는 주로 음식에서 자생하는 국화과에 속하는 다년생 초본식물이다(Kwon SB 등 1999). 주로 곰취의 어린잎을 식용으로 이용하는데, 나물이나 장아찌, 찜 등으로 섭취한다. 곰취는 맛과 향이 뛰어나고 식이섬유가 풍부하여 변비 예방효과가 우수하고 항암작용과 혈소판 응집 억제효과가 있는 것으로 밝혀져 있다(Hong JH 등 2008). 곰취는 비타민 A, B1, B2, C과 나이아신 등이 풍부하며(Rural Development Administration 2011), 비타민 A와 β -카로틴의 함량이 다른 채소류에 비해 비교적 높다(Choi MS & Yang JK 2008). 곰취는 칼슘, 칼륨, 마그네슘, 철, 인 등의 무기질과 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스와 같은 식이섬유의 함량도 높은 편이다(Cho SD & Kim GH 2005). 곰취는 항

산화 활성을 갖는 폴리페놀 화합물을 함유하고 있다(Kwon YJ 등 2002). 우리나라에서는 ‘꽃빵’ 이라고 불리는 화취안(花捲)은 중국음식에 빠지지 않고 곁들이는 밀가루 빵이다. 화취안은 대부분 붉은 음식과 곁들여져 나오기 때문에 소스에 묻혀 먹거나 주 요리에 올려서 먹기도 한다. 중국 북부 지방에서는 찰밥 대신 밀가루로 만든 만두와 화취안을 주식으로 먹는다(Lee MH 2000). 화취안이나 전빵과 발효 빵은 수증기로 찌서 만들기 때문에 식빵보다 갈변화 현상이 없어서 영양과 기능성을 최대한 보존한다(Choi DM 등 2007). 화취안에 관한 선행연구는 한국뿐만 아니라 중국에서도 거의 없으며 화취안과 비슷한 전빵에 대한 선행연구만 보고된 실정이다. 전빵에 관한 연구로는 한국형 전빵 제조에 적합한 시판 밀가루 품질 및 적정 제빵 조건(Kim CS 등 2001), 당뇨병 환자를 위한 콩가루와 보리가루 혼합 전빵의 품질특성(Kim MA

[†]Corresponding author: Young-Sil Han, Sookmyung Women's University, Cheongpa-ro 47-gil 100 (Cheongpa-dong 2ga), Youngsan-gu, Seoul 04310, Korea
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3507-5876>
Tel: +82-2-710-9471, Fax: +82-2-710-9479, E-mail: dlwl0514@hanmail.net



& Yoon SK 2003), 술잎 발효액의 첨가에 의한 찜빵의 저장성 향상(Choi DM 등 2007), 죽엽과 연잎 분말을 첨가한 찜빵의 품질 특성에 관한 연구(Hwang SY 등 2014) 등이 있다. 최근에는 다양한 생리활성 성분을 함유하고 있는 천연 소재를 첨가한 찜빵과 식빵 같은 식품 자체의 건강 기능성을 보완하고 향상하려는 연구가 계속적으로 진행되고 있다(Min SH & Lee BR 2008). 그러나 화취안에 관한 식품 연구는 거의 없어 화취안에 천연 소재를 첨가하여 기능성과 저장성 및 기호성을 향상시키고자 하는 연구가 필요하다. 최근 중국에서는 한류열풍과 한국 농산물의 품질에 대한 인정으로 한국 식품에 대한 기호가 늘고 있고 한국 식품의 수입도 크게 늘고 있다(Kang YM 2006). 항산화 활성이 뛰어난 국내 부존 자원인 곰취의 기능성 식품으로써 이용가능성을 높이기 위해 본 연구에서는 곰취 분말을 첨가한 화취안의 항산화 활성과 품질 특성을 고찰하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 곰취는 강원도 평창군에서 2014년 봄(4-5월)에 채취한 것을 사용하였다. 화취안 제조에 사용된 밀가루(Deahan Flour Mills Co., Ltd., Seoul, Korea), 이스트(Evergreen, Incheon, Korea), 식용유(Sajo Haepyo, Incheon, Korea), 소금은 정제염(CJ, Incheon, Korea), 물은 증류수를 사용하였다. 실험에 사용한 1,1 diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH), Folin & Ciocalteu, gallic acid 등의 시약은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였고 그 외의 시약은 1급을 사용하였다.

2. 화취안 제조

Wang S(2011)의 레시피를 참고하여 예비실험을 거쳐 최적의 배합비를 산출하였다. 첨가비와 제조방법은 각각 Table 1과 같다. 화취안의 배합비는 주재료인 밀가루 100%를 기준으로 곰취 분말 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%로 첨가하여 반죽하였다. 30°C에 이스트를 녹인 다음 기름을 제외한 나머지 재료들을 넣고 반죽하였다. 반죽은 37°C 조건의 incubator(IB600, JEIO TECH, Daejeon, Korea)에서 1시간 동안 1차 발효시킨 후 다시 반죽하여 밀대로 0.5-0.6 cm 두께 네모모양이 되도록 넓게 밀어서 기름칠을 한 뒤 돌돌 감아서 약 2 cm 길이로 썰었다. 다시 37°C incubator(JEIO TECH)에서 20분간 2차 발효시킨 후 2차 발효가 끝난 반죽을 100°C 찜기에서 15분간 찜 다음 냉각시켜 polyethylene팩으로 포장하였다. 온도 20°C, 습도 50%의 조건에서 보관하면서 실험하였다.

Table 1. Formula of steamed roll prepared with *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder

Ingredient (g)	<i>Ligularia fischeri</i> powder content (%)				
	0	0.5	1	1.5	2
Wheat flour	100	99.5	99	98.5	98
<i>Ligularia fischeri</i> powder	0	0.5	1	1.5	2
Salt	1	1	1	1	1
Yeast	2	2	2	2	2
Water	50	50	50	50	50
Soybean oil	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

3. 곰취 분말 제조

곰취는 깨끗하게 수세한 다음 -40°C에서 동결하여 48시간 동안 동결 건조(Bondiro MCFD 8508, Ilsin, Seoul, Korea)하였다. 동결 건조한 곰취를 분쇄기(VCB-61A, Hällde, Kista, Sweden)로 마쇄한 후 polyethylene팩에 담아 -40°C에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

4. 곰취 분말 첨가 화취안의 품질특성

1) 일반성분

일반성분 분석은 AOAC(2000)에 기준하여 실시하였다. 수분은 적외선 수분측정기(MB45, Ohaus Corporation, Zurich, Switzerland)를 이용하여 105°C 상압가열 건조법으로 측정하였으며, 조단백질은 자동질소증류장치(Kjeltec 2200, Foss Co., Slangerupgade, Hillerod, Denmark)를 이용하여 Micro-kjeldahl 질소 정량법, 조지방은 자동 조지방 추출기(Soxhlet Avanti 2050, Foss Co., Slangerupgade, Hillerod, Denmark)를 이용한 Soxhlet's 추출법, 조회분은 전기회화(Thermolyne F-48000, Bransted/Thermolyne Co., Dubuque, IA, USA)를 이용하여 550-600°C에서 직접회화법으로 각각 측정하였다. 각 실험은 3회 반복하여 얻은 평균값으로 나타내었다. 탄수화물의 함량은 차감법을 이용하여 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 제외한 값으로 나타내었다.

2) 당도

곰취 분말 첨가 화취안의 당도는 당도계(PocketPal-1, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 화취안 1 g과 증류수 10 mL를 넣고 homogenizer(POIYTRON PT-MR 2100, KINEMATICA AG, Littau, Switzerland)로 15,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 후 상등액을 취하여 측정하였다.

3) 색도

색도는 color different meter(CR-200, Minolta, Co., Osaka,

Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)의 값을 3회 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백판의 L값은 97.26, a값은 0.07, b값은 +1.91이었다.

4) pH

반죽의 pH 분석은 반죽의 제조 직후와 1차 발효, 2차 발효, 증자 후의 pH를 pH meter(F-51, HORIBA, Kyoto, Japan)를 이용하여 단계별로 측정하였다. 반죽의 pH는 비커에 반죽 5 g을 증류수 45 mL와 함께 magnetic stirrer (MS200HS, Motops Co., Seoul, Korea)로 교반시키고 증자된 화취안은 실온에서 방냉한 다음 5 g씩을 취하여 45 mL의 증류수를 가하여 균일하게 분산시켜 여과지(Cat No 1002 110, Whatman, 도시, China)로 여과한 후 3회 반복 측정하였다

5) 팽창률, 부피, 비용적

화취안은 제조하여 방냉한 후 측정하였으며, 곰취 분말 첨가 화취안의 부피(mL)는 종자치환법(Pyler EJ 1979)을 이용하였다. 비용적은 화취안 1 g이 차지하는 부피(mL)로 나타내었다. 팽창률은 중심의 가장 높은 수치를 양 옆 높이의 평균 수치로 나누어 다음 식을 통해 백분율로 표시하였다.

$$\text{팽창율}(\%) = (\text{가장 높은 수치} / \text{양 옆 높이의 평균치}) \times 100$$

6) 조직감

곰취 분말 첨가 화취안의 조직감은 증자 후 1시간 동안 실온에 방치한 후 화취안을 일정한 크기(2×2×2 cm)로 잘라 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 사용하여 텍스처 묘사분석(texture profile analysis, TPA)을 실시하였다. 측정 조건은 probe 2 mm needle stainless, pre-test speed 3.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 5.0 mm/s, distance 10.0 mm, trigger force 5.0 g으로 측정하였다. 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄성(springiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 3회 반복 측정 후 평균값과 표준편차로 나타내었다.

7) 관능평가

곰취 분말 첨가 화취안의 관능검사는 기호 척도법으로 실시하였다. 관능요원은 숙명여자대학교 식품영양학 대학원생 중 10명과 중국 유학생 10명을 패널로 선정하여 훈련시킨 후 오후 2-3시 사이에 관능검사를 하였다. 화취안을 일정한 크기(직경 3 cm, 높이 2.5 cm)로 잘라 흰색 접시에 담고 난수표를 이용하여 각 시료의 번호를 표시한 후 물과 함께 제공하였다. 각 시료의 특성이 서로 영

향이 미치지 않도록 한 개의 시료를 평가한 후 반드시 물로 입안을 헹구고 난 뒤 평가하도록 하였다. 관능 평가 항목은 외관(appearance), 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 촉촉함(moistness), 전체적인 기호도(overall acceptability)으로 7점 척도법으로 관능특성을 평가하도록 하였고 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

5. 곰취 분말 첨가 화취안의 향산화 활성

1) 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Swain T & Hills WE(1959)의 방법에 준하여 측정하였다. 곰취 추출물 150 µL에 2,400 µL의 증류수와 2N Folin-Ciocalteu reagent 150 µL를 가한 후 3분간 반응시켰다. 반응액에 1N sodium carbonate (Na₂CO₃)(DUKSAN, Ansan, Korea) 300 µL를 가하여 암소에서 2시간 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량은 gallic acid(mg GAE/g)로 3회 반복하여 얻은 평균값을 나타내었다.

2) DPPH 자유라디칼 소거활성

DPPH 자유 라디칼에 대한 소거 효과는 Blois MS (1958) 방법에 준하여 측정하였다. 시료액 900 µL에 DPPH 용액 300 µL를 가하여 vortex(CM-100, EYELA, Tokyo, Japan)로 교반한 다음 암소에서 30분 간 반응시킨 후 517 nm에서 spectrophotometer(V-530, JASCO, Tokyo, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 3회 반복 측정하여 얻은 평균값과 표준편차로 나타내었다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity} (\%)$$

$$= (1 - \text{Sample absorbance} / \text{Control absorbance}) \times 100$$

6. 통계처리

모든 자료의 통계 분석은 SPSS Statistics(ver. 22, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하였으며, 모든 실험 결과들은 3회 반복 측정하여 평균(Mean)과 표준편차(S.D.)로 나타내었다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위하여 One-way ANOVA로 분석하고 사후검정으로 Duncan's multiple range test에 의해 검증하였다($p < 0.05$).

III. 결과 및 고찰

1. 곰취 분말 첨가 화취안의 품질특성

1) 일반성분

곰취 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 화취안의 일반성분을 측정된 결과를 Table 2에 제시하였다. 곰취 분말

Table 2. Proximate composition of steamed roll added with different content *Liguaria fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder

Mean±SD

Sample	Composition (%)					
	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Crude fiber	Carbohydrate
L-0	40.13±0.27 ^a	5.05±0.08 ^d	2.91±0.23 ^d	10.13±0.11 ^d	0.19±0.03 ^d	41.88±0.29 ^a
L-0.5	39.65±0.06 ^b	5.17±0.04 ^c	3.13±0.62 ^{cd}	10.34±0.12 ^c	1.53±0.11 ^c	40.66±0.06 ^b
L-1	39.26±0.16 ^{ab}	5.24±0.06 ^b	3.26±0.12 ^{bc}	10.45±0.08 ^b	2.32±0.19 ^c	39.78±0.25 ^{bc}
L-1.5	38.88±0.26 ^c	5.72±0.17 ^{ab}	3.39±0.04 ^{ab}	10.65±0.35 ^{ab}	2.67±0.38 ^b	39.67±0.12 ^c
L-2	38.60±0.12 ^d	6.03±0.07 ^a	3.54±0.86 ^a	10.94±0.09 ^a	2.81±0.41 ^a	39.10±0.03 ^c
<i>F</i> -value	55.80 ^{***}	51.83 ^{***}	9.88 ^{**}	30.24 ^{***}	39.63 ^{***}	86.02 ^{***}

L-0: steamed roll prepared with 0% *Liguaria fischeri* powder.L-0.5: steamed roll prepared with 0.5% *Liguaria fischeri* powder.L-1: steamed roll prepared with 1% *Liguaria fischeri* powder.L-1.5: steamed roll prepared with 1.5% *Liguaria fischeri* powder.L-2: steamed roll prepared with 2% *Liguaria fischeri* powder.^{a-d} Values in same column with different superscripts are significant different by Duncan's multiple test.***p*<0.01, ****p*<0.001.

의 일반성분 중 조단백 13.04%, 조지방 4.61%, 조섬유는 100 g 당 0.60 g 측정 되었다. 곰취 분말 0% 0.5%, 1%, 1.5%, 2%를 첨가한 화취안의 조단백질 함량은 5.05-6.03%, 조지방 함량은 2.91-3.54%, 조회분 함량은 10.03-10.94%, 조섬유 함량은 0.19-2.81%로 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 그에 따른 함량이 증가하였고(*p*<0.001) 곰취 분말 2% 첨가군이 가장 높았다. 탄수화물 함량은 41.88-39.10%로 곰취 분말의 첨가량에 따라 감소하였다(*p*<0.001). Kim KT 등(2007)은 천년초 선인장 분말 첨가 식빵의 품질특성 연구에서 식빵의 탄수화물 함량은 천년초 함량이 증가할수록 감소하였으며 지방과 회분함량은 천년초 함량의 증가에 따라 증가하였다고 보고하였다. 화취안의 수분 함량은 무첨가군이 40.13%, 곰취 분말을 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 비율로 첨가한 화취안이 각각 39.65%, 39.26%, 38.88%, 38.60%로 시료의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다(*p*<0.001). 이는 곰취 분말의 수분결합 능력이 밀가루보다 더 높기 때문인 것으로 생각된다(Park BH 등 2014). Park BH 등(2014)의 곰취 국수 연구에 의하면 밀가루의 수분결합능력은 191.37%이고, 곰취 분말의 수분결합능력은 256.15%를 보였다. 본 연구에서 곰취 분말 첨가량에 따라 반죽의 수분함량이 낮아진 것은 Yang SE & Jin SY(2013)의 곰취 분말 첨가 전병 연구와 유사한 경향을 보였다.

2) 당도, 색도

곰취 분말 첨가 화취안의 당도 측정결과는 Table 3과 같다. 무첨가군의 당도는 0.58%였으며, 곰취 분말 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가군은 각각 0.60%, 0.62%, 0.66%, 0.68%로 나타났다. 이 중 곰취 분말 2% 첨가군이 가장

높은 당도를 보였으며 곰취 분말 첨가량이 높아질수록 당분이 증가하는 경향을 보여주었다(*p*<0.001). 이는 곰취 분말이 가지고 있는 당도로 인해 첨가량의 증가함에 따라 화취안의 당도가 증가한 것으로 생각된다. 취 분말 첨가량을 달리하여 제조한 화취안의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 곰취 분말의 색도 측정 결과 L값은 58.06, a값은 -12.31, b값은 19.19로 나타났다. 곰취 분말 첨가 화취안의 L값은 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 61.82, 53.27, 49.69, 46.29 순으로 낮아졌으며(*p*<0.001) a값은 L값과 같이 곰취 분말 첨가량이 증가함에 따라 값이 감소되는 유의적인 차이를 보였다(*p*<0.001). b값의 경우 1%와 1.5%의 곰취 분말 첨가 시 21.56, 21.61로 비슷하였으나 곰취 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아지는 결과를 보였다(*p*<0.001). 참죽 분말 첨가 식빵(Kim MA 등 2014) 및 죽엽과 연잎 분말 첨가한 전빵(Hwang SY 등 2014)의 연구에서 시료 첨가 농도가 증가할수록 L값과 a값은 낮아지는 반면, b값은 증가한다고 보고한 바 있어 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Jeong CH 등(2006)의 클로렐라 식빵 연구 결과에 의하면 엽록소를 다량 함유하고 있는 클로렐라 분말을 0.3% 첨가한 식빵의 색도를 조사한 결과 대조군에 비하여 클로렐라 분말 함량이 많아질수록 L값이 60.72로 낮아지고 a값은 감소하는 반면 b값이 증가하였다고 하였다. Kim JW 등(2013)은 곰취 착즙액 분무 건조 분말에 관한 연구에서 블렌칭 처리군의 클로로필(엽록소)함량은 전반적으로 높은 함량을 나타내었다고 보고하여 클로로필을 많이 함유하고 있는 곰취를 첨가한 화취안은 클로렐라 분말 첨가 식빵(Jeong CH 등 2006)과 동일한 결과를 보였다.

3) 팽창률, 부피, 비용적

곰취 분말 첨가량에 따른 화취안의 부피, 비용적, 팽창율은 Table 3과 같다. 팽창률은 무첨가군이 116.59%로 가장 높았으며, 곰취 분말 2% 첨가군이 98.27%로 가장 낮아 곰취 분말을 첨가할수록 감소하였다($p < 0.05$). Park JY 등(2004)의 연구결과에 의하면 반죽의 발효로 인해 CO2 gas가 발생하고 gas의 안정성은 pH가 증가할수록 향상된다고 보고하였다. 따라서 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 화취안의 pH가 낮아지고 그 결과로 gas의 안정성이 떨어져 발효 팽창률이 감소하는 것으로 보여진다. 부피는 무

첨가군이 75.41 mL, 곰취 분말 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가 시 첨가량에 따라 감소하였다($p < 0.001$). Kim MA 등(2014)의 연구에 따르면 찹죽 분말의 첨가함에 따라 식빵 부피가 감소하였다고 보고하였고, 식빵에 황기 분말의 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피가 감소하였다고 하여 본 연구와 유사하였다(Min SH & Lee BR 2008). 비용적도 부피와 같이 곰취 분말 첨가량에 따라 감소하였다($p < 0.01$). Choi DM 등(2007)의 솔잎 발효액 첨가 전빵에 관한 연구에서 솔잎 발효액의 첨가량이 많을수록 전빵의 비용적이 낮았다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. Kim MA

Table 3. Physical and mechanical properties of steamed roll added with different content of *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder
Means±SD

Item	Sample					F-value	
	L-0	L-0.5	L-1	L-1.5	L-2		
Sweetness (% Brix)	0.58±0.01 ^d	0.06±0.01 ^c	0.62±0.02 ^b	0.66±0.01 ^b	0.68±0.02 ^a	63.23 ^{***}	
L	75.72±1.45 ^a	61.82±0.54 ^b	53.27±0.65 ^{bc}	49.69±0.16 ^c	46.29±1.59 ^d	5092.5 ^{***}	
Color	a	-0.74±0.08 ^a	-1.30±0.18 ^b	-1.77±0.08 ^b	-2.04±0.04 ^{bc}	-2.32±0.23 ^c	239.84 ^{***}
	b	19.74±0.24 ^c	21.56±0.08 ^c	21.61±0.15 ^b	22.36±1.26 ^{bc}	23.75±0.84 ^a	167.88 ^{***}
Expansion (%)	116.59±0.62 ^a	112.15±0.23 ^{ab}	108.67±0.69 ^{bc}	102.16±0.57 ^c	98.27±0.28 ^d	613.74 [*]	
Volume (mL)	75.14±0.43 ^a	72.75±0.26 ^{ab}	69.87±0.07 ^b	67.37±0.24 ^c	63.49±0.44 ^d	723.46 ^{***}	
Specific volume (mL/g)	1.86±0.21 ^a	1.52±0.15 ^{ab}	1.43±0.07 ^b	1.21±0.01 ^b	1.16±0.09 ^c	12.23 ^{**}	

L-0: steamed roll prepared with 0% *Ligularia fischeri* powder.
 L-0.5: steamed roll prepared with 0.5% *Ligularia fischeri* powder.
 L-1: steamed roll prepared with 1% *Ligularia fischeri* powder.
 L-1.5: steamed roll prepared with 1.5% *Ligularia fischeri* powder.
 L-2: steamed roll prepared with 2% *Ligularia fischeri* powder.

^{a-d} Values with different letter within a row differ significantly by Duncan's multiple range test.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Table 4. pH of steamed roll added with different content of *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder
Mean±SD

Sample	Fermentation time				F-value
	0	1st	2nd	Products	
L-0	6.07±0.01 ^{aA}	5.88±0.01 ^{ab}	5.68±0.01 ^{aD}	5.76±0.01 ^{aC}	863.75 ^{***}
L-0.5	6.03±0.01 ^{bA}	5.87±0.01 ^{bB}	5.67±0.01 ^{bD}	5.73±0.01 ^{bC}	771.01 ^{***}
L-1	5.93±0.01 ^{cA}	5.83±0.01 ^{cA}	5.65±0.01 ^{cC}	5.66±0.01 ^{cB}	556.75 ^{***}
L-1.5	5.87±0.01 ^{dA}	5.81±0.01 ^{dB}	5.61±0.01 ^{dD}	5.63±0.01 ^{dC}	504.00 ^{***}
L-2	5.83±0.01 ^{eA}	5.78±0.01 ^{dB}	5.58±0.01 ^{dD}	5.61±0.01 ^{eC}	458.01 ^{***}
F-value	314.40 ^{***}	51.19 ^{***}	176.10 ^{***}	24.60 ^{***}	

L-0: steamed roll prepared with 0% *Ligularia fischeri* powder.
 L-0.5: steamed roll prepared with 0.5% *Ligularia fischeri* powder.
 L-1: steamed roll prepared with 1% *Ligularia fischeri* powder.
 L-1.5: steamed roll prepared with 1.5% *Ligularia fischeri* powder.
 L-2: steamed roll prepared with 2% *Ligularia fischeri* powder.

^{a-d} Value in same column with different superscripts are significant different by Duncan's multiple test.

^{A-D} Value in same row with different superscripts are significant different by Duncan's multiple test.

*** $p < 0.001$.

등(2014)의 참죽나무 분말 첨가 식빵에 관한 연구에 의하면 시료 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH가 감소하여 gas 보유력 감소와 글루텐 발달 저하 등으로 비용적이 감소된 것으로 생각된다.

4) pH

곰취 분말 첨가 반죽의 pH는 만든 직후의 초기 반죽을 0차, 1시간 발효 후를 1차, 반죽하고 화취안을 만든 후 20분 더 발효시킨 후를 2차로 정하여 pH를 측정하였다. 0차 발효의 pH는 곰취 분말 무첨가군이 6.07로 가장 높았으며 곰취 분말의 첨가량이 증가할수록 pH가 낮아지는 경향을 보였다($p<0.001$). 1차, 2차 반죽의 pH 값도 곰취 첨가량에 따라 감소하였다(Table 4). 이러한 결과는 첨가한 곰취 분말의 pH가 5.19로 밀가루의 pH인 6.45보다 낮아(Jin SY 2013a), 곰취 분말의 첨가량이 증가될수록 반죽의 pH가 낮게 나타난 것으로 보여진다. 발효 시간에 따른 반죽의 pH 값은 발효가 점차 진행됨에 따라 pH가 낮아졌으며 이는 젖산 발효에 의한 lactic acid와 succinic acid 등 유기산을 생성하기 때문으로 볼 수 있다(Park YS 1989, Kang MS & Kang MY 1996). 화취안의 pH는 5.61-5.76로 곰취 분말의 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 화취안을 증자한 후의 pH는 발효가 진행될 수록 pH 값은 점점 낮아지다가 증자 후에 완성된 화취안의 pH는 2차 발효 반죽의 pH 값보다 약간 증가함을 보였다. 이는 수증기로 찌는 과정에서 발효 시 생성되었던 유기산류나 젖산이 휘발되었기 때문이다(Choi SE & Lee JM 1993, Jung JY 등 2004).

5) 조직감

곰취 분말 첨가 화취안의 조직감 측정 결과는 Table 5

와 같다. 경도는 곰취 분말을 첨가하지 않았을 때에 245.95 g/cm²이었고 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가군은 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 높아졌다($p<0.001$). Kim CS 등(2001)은 밀가루 함량이 많거나 첨가제를 처리할 경우 견고성이 증가한다고 보고하였고 곰취 분말 첨가 만두피(Park BH 등 2015)의 연구에서도 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 경도가 높아졌다고 한 결과, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 화취안의 부착성, 탄력성과 검성 모두 대조군에서 가장 높았으며, 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다($p<0.05$). 썩힘성의 경우 대조군은 193.88 g, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가군은 206.84 g, 275.73 g, 284.53 g, 347.45 g으로 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). Hwang SY 등(2014)의 죽엽과 연잎 분말 첨가 전빵에 관한 연구에서 시료의 증가함에 따라 썩힘성이 높아졌다고 보고하여 본 연구결과와 같은 경향을 보였다. 응집성은 대조군에서 1.91%로 가장 높은 값을 나타내었으며, 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다($p<0.05$). 이는 곰취 분말 첨가 국수(Park BH 등 2014)와 두부(Park BH 등 2013)의 연구에서 곰취 분말 첨가 비율이 증가할수록 응집성이 증가한다는 연구결과와 유사하였다. 식이섬유 함량이 많은 곰취의 첨가량이 증가할수록 반죽 속에 글루텐 양이 상대적으로 감소하였다는 Park HS & Han GD(2008)의 연구와 마찬가지로 화취안도 조직의 탄력성, 부착성, 응집성이 저하되고 썩힘성이 증가했을 것으로 보여진다.

6) 관능검사

곰취 분말 첨가 화취안의 관능 검사 결과는 Table 6과 같다. 화취안의 외관, 색, 향, 맛, 질감, 촉촉함, 전반적인

Table 5. Texture of steamed roll added with different content of *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder Mean±SD

Sample	Hardness (g/cm ²)	Adhesiveness (g)	Springiness (g)	Chewiness (g)	Gumminess (g)	Cohesiveness (%)
L-0	245.95±20.83 ^d	204.01±7.89 ^a	1.33±0.32 ^a	193.88±15.05 ^c	303.96±21.08 ^a	1.91±0.28 ^a
L-0.5	285.54±15.62 ^{cd}	178.08±11.42 ^b	1.27±0.42 ^a	206.84±21.16 ^b	280.74±50.39 ^{ab}	1.62±0.11 ^b
L-1	311.69±9.67 ^{bc}	152.36±20.49 ^{bc}	1.21±0.02 ^a	275.73±23.02 ^b	286.24±17.93 ^b	1.51±0.08 ^b
L-1.5	326.62±10.47 ^b	133.57±12.16 ^c	1.13±0.23 ^a	284.53±29.36 ^a	260.63±11.24 ^b	1.46±0.21 ^b
L-2	348.87±17.79 ^a	115.42±10.14 ^d	1.01±0.32 ^{ab}	347.45±11.35 ^a	216.81±12.09 ^c	1.18±0.56 ^c
F-value	19.69 ^{***}	20.52 ^{***}	0.54 [*]	26.73 ^{***}	2412.03 ^{**}	618.30 [*]

L-0: steamed roll prepared with 0% *Ligularia fischeri* powder.

L-0.5: steamed roll prepared with 0.5% *Ligularia fischeri* powder.

L-1: steamed roll prepared with 1% *Ligularia fischeri* powder.

L-1.5: steamed roll prepared with 1.5% *Ligularia fischeri* powder.

L-2: steamed roll prepared with 2% *Ligularia fischeri* powder.

^{a-d} Values in same column with different superscripts are significant different by Duncan's multiple test.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

Table 6. Sensory characteristics of steamed roll added with different content of *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder
Mean±SD

Item	Sample					F-value
	L-0	L-0.5	L-1	L-1.5	L-2	
Appearance	4.27±1.27 ^b	6.00±0.89 ^a	5.63±0.92 ^{ab}	4.27±1.42 ^b	2.54±1.50 ^c	13.55 ^{***}
Color	3.90±1.70 ^b	5.27±1.00 ^a	5.45±1.21 ^a	4.45±1.43 ^{ab}	2.18±0.98 ^c	11.32 ^{***}
Flavor	3.81±0.87 ^c	5.00±1.00 ^b	5.36±0.92 ^{ab}	5.72±1.10 ^a	5.36±1.36 ^{ab}	5.25 ^{***}
Taste	3.72±1.10 ^b	4.63±1.62 ^{ab}	5.18±0.87 ^a	4.81±1.16 ^{ab}	3.72±1.55 ^b	2.85 ^{***}
Texture	5.00±1.09 ^b	5.27±1.19 ^{ab}	5.90±1.13 ^a	4.27±1.00 ^{bc}	2.90±1.04 ^c	12.03 ^{***}
Moistness	5.63±1.5 ^a	6.00±0.63 ^a	5.27±0.64 ^{ab}	4.36±1.12 ^b	2.72±0.90 ^c	18.30 ^{***}
Overall acceptability	4.27±1.34 ^{bc}	5.18±0.87 ^{ab}	5.45±0.93 ^a	4.54±0.54 ^b	2.72±0.90 ^c	8.29 ^{***}

L-0: steamed roll prepared with 0% *Ligularia fischeri* powder.

L-0.5: steamed roll prepared with 0.5% *Ligularia fischeri* powder.

L-1: steamed roll prepared with 1% *Ligularia fischeri* powder.

L-1.5: steamed roll prepared with 1.5% *Ligularia fischeri* powder.

L-2: steamed roll prepared with 2% *Ligularia fischeri* powder.

^{a-d} Values with different letter within a row differ significantly by Duncan's multiple range test.

*** $p < 0.001$.

기호도는 시료 간에 차이를 보였다. 외관은 0%일 때 4.27, 곰취 분말 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가 시 각각 6.00, 5.63, 4.27, 2.54로 0.5% 첨가 군의 외관에 대한 기호도가 가장 높게 나타나며 2% 첨가 군이 가장 낮은 값을 나타냈다($p < 0.001$). 색은 곰취 분말 1% 첨가군이 5.45로 높았고, 그 다음으로 0.5%가 5.27으로 높았으며, 외관과 마찬가지로 2% 첨가군은 가장 낮은 값을 보였다($p < 0.001$). 향은 1.5% 첨가 군에 대한 기호도가 가장 높게 나타났다($p < 0.001$). 대조군에 비해 0.5, 1, 1.5% 첨가군이 유의적으로 높은 점수를 얻었지만, 2% 첨가군에서는 5.36으로 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 맛의 경우 곰취 분말 1% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았으나 2% 첨가군에서 다시 낮은 점수를 받았다. 조직감에서는 1% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았고, 1% 첨가군에서 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 유의하게 떨어지는 경향을 나타냈으며, 촉촉한 정도는 0.5% 첨가군에서 6.00, 5.27, 4.63, 2.72로 낮아지는 값을 보였다($p < 0.001$). 전반적인 기호도에서는 1% 첨가하였을 때 5.45로 가장 높은 기호도를 나타냈으며 그 다음으로 0.5% 첨가군이 5.18로 높아 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 전반적으로 무첨가군에 비해 곰취 분말의 첨가량이 증가할수록 기호도가 증가하는 경향을 보였으나 2% 첨가 시에는 1%, 1.5% 첨가군보다 기호도가 떨어졌다. Park BH 등(2014)는 곰취 분말을 첨가한 국수로 1%, 3%, 5%, 7%로 국수를 제조하여 3% 첨가군이 가장 높은 선호도를 얻은 결과를 보고하였으며, Kang YS & Kim JS(2011)의 곰취 가루 첨가한 설기떡의 품질특성 연구에서 4% 첨가군을 가장 좋게 평가하였다. 본 연구에서

0.5% 첨가군의 외관, 촉촉함은 가장 높게 평가되었으나, 1% 첨가군이 맛, 색, 조직감, 전반적인 기호도가 가장 높은 점수를 받아 종합적으로 보면 화쥐안에 곰취 분말을 첨가할 경우 1%를 첨가하는 것이 상대적으로 많은 관능적인 조건을 만족시키는 것으로 판단되었다.

2. 곰취 분말 첨가 화쥐안의 항산화 활성

1) 총 폴리페놀

곰취 분말을 첨가한 화쥐안의 총 폴리페놀 화합물의 함량은 Table 7과 같다. 대조구가 17.79 mg GAE/100 g의 값을 보였으며, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가군은 각각 45.75 mg GAE/100 g, 51.06 mg GAE/100 g, 59.09 mg GAE/100 g, 67.91 mg GAE/100 g으로 곰취 분말의 첨가량이 증가함에 따라서 증가하는 경향을 보였다($p < 0.01$). 또한 2% 첨가군의 총 페놀 함량은 무첨가군보다 약 4배 높은 수치를 보였다. 따라서 화쥐안에 곰취 분말 첨가량이 늘어날수록 총 페놀함량이 증가하여 항산화능이 높아질 것으로 판단된다. Adom KK 등(2005)의 연구 결과에 따라 밀가루에도 ferulic acid 등의 총 페놀성 화합물을 함유하고 있으며 그로 인해 항산화 활성을 나타내 곰취 분말 무첨가 군에도 페놀 화합물이 존재함을 알 수 있었다. Oh YS 등(2012)의 연구를 보면 페놀 화합물을 함유한 식품 소재의 첨가량에 따라 총 폴리페놀 함량도 증가한다고 보고하였으며 Yoon HS 등(2014)의 아로니아 분말 첨가 식빵의 연구에서 총 폴리페놀 함량 대조구가 28.38%이고 첨가군은 34.07-94.07%로 아로니아 분말 첨가량에 따라 유의적으로 증가하여($p < 0.05$) 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

Table 7. Contents of total polyphenol and DPPH free radical scavenging activity in steamed roll added with *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. powder Mean±SD

Sample	Composition	
	Total polyphenol (mg GAE/100 g)	DPPH free radical scavenging activity (%)
L-0	17.79±0.43 ^c	15.38±0.13 ^d
L-0.5	45.75±0.23 ^c	36.89±0.25 ^c
L-1	51.06±0.16 ^b	46.02±1.16 ^{bc}
L-1.5	59.09±0.19 ^{ab}	57.26±0.38 ^{ab}
L-2	67.91±1.15 ^a	69.01±0.52 ^a
F-value	1643.60 ^{**}	1953.72 ^{**}

L-0: steamed roll prepared with 0% *Ligularia fischeri* powder.
 L-0.5: steamed roll prepared with 0.5% *Ligularia fischeri* powder.
 L-1: steamed roll prepared with 1% *Ligularia fischeri* powder.
 L-1.5: steamed roll prepared with 1.5% *Ligularia fischeri* powder.
 L-2: steamed roll prepared with 2% *Ligularia fischeri* powder.

^{a-d} Value with different letters within a column different significantly ($p < 0.05$).

^{**} $p < 0.01$.

2) DPPH 자유라디칼 소거능

산지별 곰취 에탄올 추출물의 항산화 효능(Lee JY 등 2015) 연구에서 곰취 에탄올 추출물의 DPPH를 측정 한 결과 50%의 소거활성을 보이는 IC₅₀값이 22.53 µg/mL을 보였고, 곰취 추출물의 항산화 및 항염증 기능성에 관한 연구(Nam HS 2014)에서 DPPH에 대한 IC₅₀값이 28.20 µg/mL, 곤달비, 곰취, 참취 추출물의 분획별 항균 활성 효과에 대한 연구(Han IA 2010)에서 IC₅₀값은 0.27 mg/mL의 DPPH 소거 활성을 보여주었다. 이러한 선행 연구들을 참고하여 곰취 분말 첨가 화취안의 DPPH를 측정하였다. 곰취 분말 첨가 화취안의 DPPH 자유라디칼 소거활성을 1% 수준에서 측정한 결과는 Table 7과 같다. 곰취 분말 0.5%, 1%, 1.5%, 2% 첨가군은 36.89-69.01%로 나타났으며 2%첨가군은 무첨가군의 15.38%에 비해 약 4배 정도 높은 자유라디칼 소거활성을 보였다. 모든 실험군은 서로 유의적인 차이를 보였으며, 시료 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하였다($p < 0.001$). Park ID(2013)의 곰취 분말을 첨가한 매작과의 품질 특성 연구에서 대조군의 자유 라디칼 소거활성이 가장 낮았고, 곰취 분말의 첨가량이 높을수록 증가하여 5% 첨가군의 값이 11.51%로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 참죽 분말을 첨가한 전병의 품질특성(Yang SE & Jin SY 2013)연구에서도 1 mg/mL 농도에서 대조구가 4.93%로 나타났고 참죽 분말 12% 첨가구가 85.79%로 가장 높은 값을 나타내 시료의 첨가량에 비례하여 활성이 증가하는 결과를 보였다($p < 0.001$). 이외에 뽕잎(Jin SY 2013b)을 매작과에 첨가한 연구에도 뽕잎

분말 3, 6, 9, 12%의 첨가량에 따라 DPPH 자유 라디칼 소거활성이 유의적으로 증가하여 본 실험 결과와 유사하였다($p < 0.001$).

IV. 요약 및 결론

본 연구는 곰취(*Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz.)를 중국 밀가루 빵 화취안(花捲)에 첨가하여 제조하였으며 대조군과 실험군 간의 품질특성을 비교 분석하였다. 곰취 분말은 밀가루 대비 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%로 첨가하여 화취안을 제조하였다. 곰취 분말 첨가 화취안의 일반 성분과 당도는 곰취 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 발효 시간에 따라 반죽 pH는 점점 낮아졌고 증자 후에는 다시 pH가 높아졌다. 팽창율, 부피, 비용적은 실험군들은 곰취 분말 첨가량이 늘어남에 따라 감소하였으며, 수분함량도 감소하였다($p < 0.001$). 색도는 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 L값과 a값은 감소하였으며 b값은 증가하였다($p < 0.001$). 화취안의 조직감 측정 결과 겉성, 부착성, 응집성 및 탄력성은 곰취 분말의 첨가량에 따라 감소하는 경향을 보였고, 씹힘성 및 경도는 증가 하였다. 곰취 화취안에 대한 관능검사는 외관과 촉촉함은 0.5% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았으며, 색, 맛, 촉촉함, 전반적인 기호도는 1% 첨가군이 가장 높은 점수를 받았다. 곰취 분말 첨가 화취안의 항산화 활성을 측정한 결과 총 폴리페놀은 곰취 분말이 첨가될수록 증가하였고 대조군보다 약 3배 높은 함량을 보였다. DPPH 자유라디칼 소거활성도 곰취 분말 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 1% 곰취 분말 첨가 화취안이 가장 기호도가 높고 여러 품질특성과 항산화 활성의 기능적 효과도 우수한 것으로 보여진다.

Conflict of Interest

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

References

- AOAC. 2000. Approved methods of the AACC. 10th ed. Method 10-50D. American Assoc. Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Adom KK, Sorrells ME, Liu RH. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. J Agric Food Chem 53(6):2297-2306.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a sable free radical. Nature 181:1190-1200.
- Cho SD, Kim GH. 2005. Food product development and quality

- characteristics of *Ligularia fischeri* for food resources. Korean J Food Preserv 12(1):43-47.
- Choi DM, Chung SK, Lee DS. 2007. Shelf life extension of steamed bread by the addition of fermented pine needle extract syrup as an ingredient. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(5):616-621.
- Choi MS, Yang JK. 2008. Industrial potentiality of wild edible greens. J Food Res Technol 21(1):1-7.
- Choi SE, Lee JM. 1993. Standardization for the preparation of traditional *Jeung-pyun*. Korean J Food Sci Technol 25(6):655-665.
- Han IA. 2010. A study on the antibacterial and antioxidative effects of each fraction of *Ligularia stenocephala*, *Ligularia fischeri*, and *Aster scaber* extracts. Master's thesis. Chungnam National University, Daejeon, Korea. pp 18-20.
- Hong JH, Kim HJ, Choi YH, Lee IS. 2008. Physiological activities of dried persimmon, fresh persimmon and persimmon leaves. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(8):957-964.
- Hwang SY, Oh KJ, Kang KO. 2014. Study on the quality characteristics of steamed bread using bamboo and lotus leaf powder. Korean J Food Culture 29(3):298-306.
- Jeong CH, Cho HJ, Shim KH. 2006. Quality characteristics of white bread added with chlorella powder. Korean J Food Preserv 13(4):465-471.
- Jin SY. 2013a. Quality characteristic and antioxidant activities *Maejakwa* added *Cedrela sinensis* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(11):1792-1798.
- Jin SY. 2013b. Quality characteristics and antioxidant activities of *Maejakgwa* added mulberry leaf powder. J East Asian Soc Dietary Life 23(5):597-604.
- Jung JY, Choi MH, Hwang JH, Chung HJ. 2004. Quality characteristics of *Jeung-pyun* prepared with paprika juice. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(5):869-874.
- Kang MS, Kang MY. 1996. Changes in physicochemical properties of *Jeungpyun* (fermented and steamed rice cake) batter during fermentation time. J Korean Soc Food Nutr 25(2):255-260.
- Kang YM. 2006. The open policy of Chinese distribution market and counterplan of Korean firms. J Int Commer Inf 8(3):276-297.
- Kang YS, Kim JS. 2011. Quality characteristics of *Sulgidduk* supplemented with *Ligularia fischeri* powder. J East Asian Soc Dietary Life 21(2):27-283.
- Kim CS, Hwang CM, Song YS, Kim HI, Chung DJ, Han JH. 2001. Commercial wheat flour quality and bread making conditions for Korean-style steamed bread. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(6):1120-1128.
- Kim JW, Park IK, Youn KS. 2013. Phytochemical compounds and quality characteristics of spray-dried powders with the blanching condition and selected forming agents from pressed extracts of *Ligularia fischeri* leaves. Korean J Food Preserv 20(5):659-667.
- Kim KT, Choi AR, Lee KS, Joung YM, Lee KY. 2007. Quality characteristics of bread made from domestic Korean wheat flour containing cactus *Choumyuncho* (*Opuntia humifusa*) powder. Korean J Food Cook Sci 23(4):461-468.
- Kim MA, Yoon SK. 2003. Organoleptic characteristics of steamed bread mixed with soybean and barley flour for diabetes mellitus. Res Inst Hum Ecol 8:33-38.
- Kim MA, Lee EJ, Jin SY. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of bread added with *Cedrela sinensis* powder. Korean J Food Culture 29(1):111-118.
- Kwon SB, Jee HJ, Bang SB, Lee KK, Hong CK. 1999. *Rhizoctonia* root rot of *Ligularia fischeri* caused by *P. drechsleri*. Plant Dis Agric 5(1):58-60.
- Kwon YJ, Kim KH, Kim HK. 2002. Changes of total polyphenol content and antioxidant activity of *Ligularia fischeri* extracts with different microwave-assisted extraction conditions. Korean J Food Preserv 9(3):332-337.
- Lee JY, Cho YR, Ahn EK, Seo CG, Kim JK, Seo DW, Oh JS. 2015. Anti-oxidant effect of *Ligularia fischeri* ethanol extracts from district areas in Korea. Food Eng Prog 19(4):320-328.
- Lee MH. 2000. Lee Myunhee's China food. Chosun Iibo Co., Ltd, Seoul, Korea. p 155.
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. Korean J Food Culture 23(2):228-234.
- Nam HS. 2014. The study of anti-oxidant and anti-inflammatory activities of *Ligularia fischeri* extracts. Jungwon University, Chungbuk, Korea. pp 26-27.
- Oh YS, Hwang JH, Lim SB. 2012. Physiological activity of tofu fermented with mushroom mycelia. Food Chem 133(3):728-734.
- Park BH, Joo HM, Cho HS. 2014. Quality characteristics of dried noodles added with *Ligularia fischeri* powder. Korean J Food Culture 29(2):205-211.
- Park BH, Kim M, Jeon ER. 2013. Quality characteristics of tofu added *Ligularia fischeri* powder. Korean J Food Culture 28(5):495-501.
- Park BH, Kim SJ, Jo HS. 2015. Study on quality characteristics of *Mandupi* added with *Ligularia fischeri* powder. J Korean Food Preserv 22(4):475-481.
- Park HS, Han GD. 2008. Characteristics of breadmaking according to the addition of fermented rice bran. Korean J Food Culture 23(1):62-67.
- Park ID. 2013. Quality characteristics of *Maejakgwa* with added *Ligularia fischeri* powder. J East Asian Soc Dietary Life 23(5):605-612.
- Park JY, Ahn JY, Hong HO, Hahn YS. 2004. Reduction of allergenicity of wheat flour by enzyme hydrolysis. Korean J Food Sci Technol 36(1):152-157.
- Park YS. 1989. Changes in physicochemical properties of *Jeun-pyun* during fermentation. Doctorate dissertation. Hyosung

- Women's University, Deagu, Korea. pp 24-25.
- Pylar EJ. 1979. Physical and chemical test methods. *Bak Sci Technol* 2:891-895.
- Rural Development Administration (National Rural Living Science Institute). 2011. Food composition table 7th. First. Hyoilbooks, Seoul, Korea. pp 106-107.
- Swain T, Hillis WE. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric* 10(1):63-68.
- Wang S. 2011. Manufacturing technology of Chinese fermentation production. China Light Industry Press, Beijing, China. p 157.
- Yang SE, Jin SY. 2013. Antioxidant activity and quality characteristics of *Jeonbyeong* added *Cedrela sinensis* powder. *Korean J Culin Res* 19(4):279-290.
- Yoon HS, Kim JW, Kim SH, Kim YG, Eom HJ. 2014. Quality characteristics of bread added with aronia powder (*Aronia melanocarpa*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(2):273-280.

Received on Jan.22, 2016/ Revised on Mar.22, 2016/ Accepted on Apr.12, 2016