The Korean Journal of Culinary Research
Vol. 21, No. 6, pp. 120~132 (2015)

초석잠 첨가 식빵의 항산화 활성

전 기 숙 · 박 신 인¶
가천대학교 식품영양학과¶

Antioxidative Properties of Chinese Artichoke (*Stachys sieboldii* Miq) added White Bread

Ki-Suk Jeon · Shin-In Park¶
Dept. of Food and Nutrition, Gachon University¶

Abstract

The purpose of this study was to provide preliminary information for the utilization extension of Chinese artichoke(*Stachys sieboldii* Miq) as a functional food material. The effects of the addition of Chinese artichoke powder(0, 3, 6, 9, and 12%) in white bread formulation on phenolics content and antioxidant properties, and sensory analysis(seven-point hedonic test) were examined. The contents of total polyphenols(TPC), flavonoids (TFC), and tannins(TTC) in Chinese artichoke powder were 139.09±1.97 mg GAE/g dw, 74.33±2.69 mg QE/g dw, and 40.41±2.54 mg TAE/g dw, respectively. As the amount of Chinese artichoke powder increased, the phenolics contents also significantly increased($p<0.001$, $p<0.001$, and $p<0.001$ on TPC, TFC, and TTC, respectively), the highest TPC(104.27±0.13 mg GAE/g dw), TFC(71.03±1.75 mg QE/g dw), and TTC(8.76± 0.12 mg TAE/g dw) were achieved in the white bread having the highest percentage of Chinese artichoke powder(12%). The IC_{50} values of Chinese artichoke extract for 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) and 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical scavenging activities were 1.42 mg/mL and 1.57 mg/mL, respectively. Scavenging activities of DPPH and ABTS radicals of white bread were significantly increased according to the levels of added Chinese artichoke powder($p<0.001$ and $p<0.001$, respectively). In the acceptance test, the white bread containing 9% Chinese artichoke powder was ranked significantly higher than the other groups according to all sensory parameters such as appearance, flavor, taste, texture, and the overall acceptability. Overall, Chinese artichoke enhanced white bread could be developed as an antioxidant- enriched bread with good sensorial properties.

Key words: Chinese artichoke, phenolics contents, antioxidant properties, sensory analysis

Ⅰ. 서 론

활성 산소종(reactive oxygen species, ROS)은 호흡을 하는 생명체에서 에너지를 생성하거나, 외부 물질을 해독하는 과정 등에서 발생되는데(Luc M et al 2000), 체내의 항산화 시스템의 능력을 초월할 정도로 ROS가 생성되면 산화적 스트레스를 유발하여 세포막의 지질 과산화, DNA 손상 등을 초래하여 노화의 촉진, 알츠하이머, 심혈관계 질환 등 다양한 질병의 원인으로 작용한다(Halliwell B & Cross CE 1994; Leutner S et al 2001; Nunomura A et al 2006). 생체 내의 항산화 시스템은

¶ : 박신인, psin@gachon.ac.kr, 경기도 성남시 수정구 성남대로 1342, 가천대학교 식품영양학과

superoxide dismutase(SOD), glutathione peroxidase(GSHPx), catalase 등의 항산화 효소와 α-tocopherol, glutathione, ascorbic acid 등의 항산화 물질로 구성되며(Halliwell B & Aruoma OI 1991), 식물성 식품에 널리 분포하는 천연 항산화 물질을 충분히 섭취하는 것은 항산화 시스템을 정상적으로 유지하는 데 도움이 된다(Kim EJ et al 2012). 식물성 식품에 함유되어 있는 페놀성 화합물은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl기를 가진 방향족 화합물의 총칭으로, 8,000여 종류 이상이 밝혀져 있으며(Soobrattee MA et al 2005), 식물의 종류 및 품종, 부위, 재배 환경 등에 따라 함유된 물질과 그 함량에 차이를 보이며, 생체 내에서 항산화, 항암, 항바이러스, 항염, 노화 억제 등의 기능성과 안전성 측면에서 주목받고 있다(Cheigh HS & Lee CY 1993; Hertog MGL & Hollmam PCH 1996; Cai Y et al 2004).

초석잠(*Stachys sieboldii* Miq)은 Chinese artichoke, Japanese artichoke, crosne, knotroot 등으로 불리는 꿀풀과(Labiatae) 식물로서 중국, 대만, 일본 등지에서는 예로부터 식품 소재로서 이용되어져왔다(Stadhouders PJ 1990). 초석잠의 기능성 성분으로는 stachysoside A, meltoside, harpagide, 8-acetylharpagide 등의 irioid 배당체, stachysoside B, stachysoside C, leucosceptoside A, martynoside 등의 phenylethanoid 배당체, stachyose, acetoside 등이 알려져 있다(Yamahara J et al 1990). 초석잠 추출물은 식중독균인 *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Esherichia coli*, *Listeria monocytogenes*의 세포막을 파괴하여 항균 작용을 하며(Ryu BH & Park BG 2002), 초석잠 추출물을 경구 투여한 동물 모델에서 비장세포의 증식과 복강 대식세포의 탐식능을 항진시키고, 흑색종세포(B16F-10)의 폐전이를 억제하는 등 항암 및 면역반응 조절자로서 기능을 하며(Ryu BH et al 2002), 초석잠 추출물의 에틸아세테이트(ethyl acetate) 분획은 α-tocopherol, BHT, BHA와 같은 항산화제에 비해서 과산화지질 형성 억제능, 아질산염 소거능, 전자공여능이 우수한 항산화 활성을 갖는다(Baek HS et al 2003; Baek HS et al 2004). 초석잠의 주요 기능성 성분인 acteoside는 사구체에서 백혈구의 축적을 억제함으로써 급성 신장염 치료에 효과적이며(Hayashi K et al 1994), 초석잠으로부터 분리한 페놀성 화합물인 4'-methyl ether 7-*O*-*β*-(6'''-*O*-acetyl-2''-allosyl) glucoside, isoscutellarein 7-*O*-*β*-(6'''-*O*-acetyl-2''-allosyl) glucoside, acteoside는 hyaruloidase 활성을 저해하여 염증을 억제하는 작용을 한다(Takeda Y et al 1985). 초석잠 추출물을 경구 투여한 동물 모델의 뇌조직 중의 acethylcholine esterase의 활성은 억제된 반면, choline acetyltransferase의 활성은 증가되어 치매 예방 효과가 기대되며, monoamine oxidase의 활성을 억제하여 교감 신경의 흥분상태를 지속시킬 수 있어 뇌의 정상적인 기능을 유지할 수 있고, xanthine oxidase의 활성을 억제하여 활성산소의 세포독성에 의한 뇌조직의 손상을 부분적으로 차단할 수 있으며, 얼굴, 피부 등에 침착되는 색소의 일종으로 노화의 지표인 리포푸신(lipofuscin)의 침착을 저해하여 노화 현상을 지연시키는 데 중요한 역할을 할 것으로 보고되었다(Ryu BH & Kim SO 2004). 한편, Yamahara J 등(1990)은 각 조직의 미토콘드리아 내의 cytochromeoxidase 저해, 세포호흡 억제 등을 초래하는 시안화 칼륨(KCN)으로 저산소 상태(anoxia)를 유도한 동물 모델에게 초석잠 추출물을 경구 투여한 결과, 치사율을 유의적으로 감소시켜서 뇌조직의 허혈에 대한 보호작용이 있으며, 그 기능성 성분으로는 phenylethanoid 배당체인 acteoside와 stachysoside C 등임을 보고하였다.

초석잠을 식품 소재로 활용한 연구를 살펴보면, 반응표면분석법을 이용하여 초석잠 분말을 첨가한 쌀머핀의 품질 특성 및 관능적 최적화 연구에서 초석잠을 첨가할수록 당도가 높아져서 설탕의 첨가량을 줄일 수 있어서 기능성 머핀으로써 경쟁력이 있으며, 초석잠 분말의 다양한 식품에의 활용 가능성이 제시되었으며(Park YI et al 2014),

초석잠 분말 첨가 쌀쿠키의 품질 특성 및 최적화 연구에서 초석잠 분말이 제과에 유용한 기능성 소재로서 품질 및 소비자의 기호도 측면에서 경쟁력이 입증되었고(Chung MJ et al 2014), 초석잠 분말을 첨가한 두부의 항산화 활성 및 품질 특성 연구에서 두부에 초석잠 분말을 첨가하는 것은 두부의 기호도와 항산화 활성을 높여주어 두부의 가치 향상이 시사되었으며(Lee JE et al 2014), 초석잠을 활용한 기능성 즉석식품 개발 연구에서 돈육 패티 제조 시 초석잠의 메탄올 추출물을 첨가하면 저장 중 지방의 산화 방지, 총균, 대장균 및 식중독균의 증식 억제, 풍미를 향상시켜서 식육 가공품에의 이용 가능성이 제시되었다(Yang MR 2012). 이와 같이 다양한 생리활성을 지닌 초석잠을 이용한 식품 개발에 대한 연구는 미미한 실정이며, 식품에 첨가한 후 기능성 성분 및 항산화 능력 등의 기능성의 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다.

최근 소비자의 건강에 대한 관심이 높아지면서 생리활성을 지닌 소재를 활용한 건강 지향적 식품의 수요가 증가하면서(Moon HK et al 2004) 제빵업계에서도 기능성을 함유한 부재료를 첨가한 제품들이 활발하게 개발되고 있다(Min SH & Lee BR 2008). 식빵은 빵류 중에서 가장 많이 소비되는 제품으로(Lee HJ et al 2009), 다양한 생리활성을 지닌 부재료를 첨가한 식빵에 관한 연구가 다수 보고되었으나, 대부분 제품 및 관능적 특성에 대한 연구이고, 항산화성 연구는 미비한 실정이다(Kim MA et al 2014).

따라서 본 연구에서는 초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 식빵을 제조하고, 그 페놀성 화합물 함량과 항산화 활성을 분석하고, 기호도 검사를 실시하여 소비자가 섭취하는 제품에서 생리활성 성분과 항산화 효과가 어느 정도 유지되는지, 소비자의 기호를 충족하는 건강 기능성 제빵 소재로서의 이용 가능성을 검토하여 초석잠의 이용 확대를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시약

본 실험에 사용한 초석잠은 충청북도 괴산에서 구입하여 증류수로 3회 수세 후 물기를 제거하고, 진공 동결건조(Freeze dryer, FD-5505, IlshinBio-Base Reserved, Gyeonggi-do, Korea)한 후 분쇄(Blender, HR-2171, Artreal Huiyang Manufacturing Ltd., Shanghai, China)하여 50 mesh 표준체를 통과시켜 분말화하였으며, −20℃에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 식빵 제조에 사용된 재료는 강력밀가루(1등급, 대한제분), 정백당(큐원), 생이스트(Gloripan), 무염 버터(서울우유), 탈지분유(서울우유), 소금(해표), 제빵 개량제(Super 2000, 제니코)를 사용하였다. 페놀성 화합물 함량 및 항산화 활성 측정에 사용된 시약인 Folin-Ciocalteu's reagent, gallic acid(97.5%), 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH), α-tocopherol(96.0%), butylated hydroxyanisole(BHA, 98.5%), 2,2'-azino-bis(3- ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS, 98.0%), ascorbic acid는 Sigma(Sigma-Aldrich Co., Steinheim, Germany)로부터 구입하였고, quercetin(97.0%)은 HWI(HWI Analytik GmbH, Ruelzheim, Germany), tannic acid(95.0%)는 삼전화학(Samchun Pure Chemical Co., Pyeongtaek, Korea)으로부터 구입하여 사용하였다.

2. 식빵의 제조

식빵의 제조는 Lee EJ 등(2012)의 방법을 참조하여 직접반죽법(Straight dough method)으로 하였으며, 초석잠 분말은 예비 실험을 거쳐 0(C), 3(S3), 6(S6), 9(S9), 12(S12)%(flour basis)로 달리하여 첨가하였고, 배합비는 <Table 1>과 같다. 초석잠 분말을 포함한 분말 재료는 2회 체질하여 사용하였다. 무염 버터를 제외한 모든 재료를 반죽기(Sinmag Bakery Machine Co., SM-200, Manila, Philippines)에 넣고 저속에서 2분 반죽 후, 클린업 단계에서 무염 버터를 넣고, 저속에서 2분, 중속

<Table 1> **Formulas for white bread added with Chinese artichoke (*Starchys sieboldii* Miq) powder** (unit: g)

Ingredients	C[1)]	S3[2)]	S6[3)]	S9[4)]	S12[5)]
Strong flour	700	679	658	637	616
Chinese artichoke powder	0	21	42	63	84
Water	420	420	420	420	420
Sugar	56	56	56	56	56
Fresh yeast	21	21	21	21	21
Unsalted butter	21	21	21	21	21
Super 2000[6)]	10	10	10	10	10
Salt	10	10	10	10	10
Non-fat dry milk	14	14	14	14	14
Total	1,252	1,252	1,252	1,252	1,252

1) C: control.
2) S3: a white pan bread added with 3% Chinese artichoke powder.
3) S6: a white pan bread added with 6% Chinese artichoke powder.
4) S9: a white pan bread added with 9% Chinese artichoke powder.
5) S12: a white pan bread added with 12% Chinese artichoke powder.
6) Super 2000: dough conditioner.

에서 10분간 반죽하여 완료하였다. 1차 발효는 27±1 ℃, 상대습도 75~80%의 발효실에서 60분간 실시하였으며, 발효가 끝난 반죽은 450 g으로 분할하여 둥글리기 한 후 표면이 마르지 않도록 비닐을 덮어 실온에서 10분간 중간 발효시킨 후 가스를 제거하고 덩어리형(one loaf)으로 성형하여 식빵 틀(21.5×9.7×9.5 cm)에 패닝하였다. 2차 발효는 37±1℃, 상대습도 80~85%의 발효실에서 45분간 실시하였으며, 윗불과 아랫불을 각각 180℃로 예열시킨 데크오븐(Daeyung Bakery Machinery Co., Ltd., FOD-7102, Seoul, Korea)에서 30분간 구웠다. 구워진 식빵은 식빵 틀에서 바로 꺼내서 1시간 방냉한 후 실험에 사용하였다.

3. 페놀성 화합물 함량 측정

초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵을 동결건조(FD-1B-80, Boyikang, China)시킨 후 60 mesh 표준체를 통과시켜 분말화한 시료와 초석잠 분말 시료에 5배량의 메탄올을 첨가하고, 25℃에서 16시간 동안 3회 반복 추출하여 여과(Whatman No.1 filter paper)한 후, 여액을 40℃에서 회전진공농축기(Eyela N-1NW, Rikakikai, Tokyo, Japan)로 감압농축하여 dimethyl sulfoxide (DMSO)를 이용하여 회수한 후 −20℃ 냉동고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

총 페놀 함량은 Swain과 Hillis의 방법에 따라 측정하였다(Anesini C et al 2008). 일정 농도로 희석된 추출물 50 μL에 2% sodium carbonate 용액 1 mL를 첨가하여 3분간 방치시킨 후, 50% Folin-Ciocalteu's reagent 50 μL를 첨가하여 30분 동안 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량 분석은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준 검량선으로 부터 구하여, 건조 시료 g 중의 mg gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량은 Dewanto 등의 방법을 변형하여 측정하였다(Dewanto V et al 2002). 일정 농도로 희석된 추출물 250 μL에 증류수 1 mL, 5% sodium nitrite 용액 75 μL를 첨가하여 5분간

방치시킨 후, 10% aluminum chloride 용액 150 μL를 첨가하여 6분간 방치시켰다. 위 반응액에 1 N sodium hydroxide 500 μL를 첨가하여 11분간 반응시킨 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 함량 분석은 quercetin을 사용하여 작성한 표준 검량선으로부터 구하여, 건조 시료 g 중의 mg quercetin equivalent(QE)로 나타내었다.

총 탄닌 함량은 Duval과 Shetty의 방법을 변형하여 측정하였다(Duval B & Shetty K 2001). 일정 농도로 희석된 추출물 1 mL에 95% ethanol 1 mL와 증류수 1 mL를 첨가한 다음, 5% sodium carbonate 1 mL, 1 N Folin-Ciocalteu's reagent 5 mL를 첨가하여 60분 동안 반응시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 탄닌 함량은 tannic acid를 사용하여 작성한 표준 검량선으로부터 구하여 건조 시료 g 중의 mg tannic acid equivalent (TAE)로 나타내었다.

4. 항산화 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Blois의 방법을 변형하여 측정하였다(Anesini C et al 2008). 일정 농도로 희석된 추출물 0.2 mL와 에탄올에 용해시킨 0.2 mM DPPH 용액 0.8 mL를 진탕하고, 암소에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율로 나타내었으며, 시료 무첨가구의 흡광도에 대해 50% 흡광도 감소를 나타내는 시료의 농도를 IC_{50}으로 표시하였다. 양성 대조군으로 ascorbic acid, α-tocopherol, BHA를 사용하였다.

ABTS 라디칼 소거능은 Roberta 등의 방법으로 측정하였다(Roberta R et al 1999). 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulphate를 혼합하고 암소에서 하루 동안 방치하여 양이온 라디칼 ($ABTS^{\cdot+}$)을 형성시킨 후, 735 nm에서 흡광도의 값이 1.5 이하가 되도록 희석하였다. 희석된 $ABTS^{\cdot+}$ 용액 1 mL에 일정 농도로 희석된 추출물 50 μL를 첨가한 뒤 30분 후 흡광도의 변화를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율로 나타내었으며, 시료 무첨가구의 흡광도에 대해 50% 흡광도 감소를 나타내는 시료의 농도를 IC_{50}으로 표시하였다. 양성 대조군으로 ascorbic acid, α-tocopherol, BHA를 사용하였다.

5. 관능검사

초석잠 분말의 비율을 달리하여 제조한 식빵의 관능검사는 가천대학교 식품영양학과 학부생 76명을 대상으로 관능검사를 실시하였다. 속질 색(crumb color), 기공의 크기(grain size), 기공의 균일성(grain uniformity), 발효향(yeast flavor), 아린향(acridity flavor), 담백한 맛(plainer taste), 단맛(sweet taste), 아린맛(acridity taste), 견고성(firmness), 탄력성(springiness), 촉촉함(moistness), 부드러움(softness), 씹힘성(chewiness), 전반적인 기호도(overall acceptability)의 총 14개 문항에 대하여 7점 척도법(1점은 대단히 싫다, 7점은 매우 좋다)을 이용하여 평가하도록 하였다.

6. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였으며, 결과는 SPSS 19.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고, 실험군 간의 차이 유무는 one-way ANOVA (analysis of variance)로 분석한 뒤 신뢰구간 $p<0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 유의성 검정을 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 페놀성 화합물 함량

페놀성 화합물의 함량 측정은 식물에서 유래한 천연 추출물의 항산화 활성을 탐색하는 일차적인 자료가 될 수 있다(Boo HO et al 2009). 초석잠 분말의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 탄닌

의 함량은 각각 139.09±1.97 mg GAE/g dw, 74.33±2.69 mg QE/g dw, 40.41±2.54 mg TAE/g dw로 분석되었다. 이는 초석잠 분말에 10배량의 70% 에탄올을 첨가하여 85℃에서 3시간씩 2회 환류 추출한 경우, 총 폴리페놀 함량이 24.58 mg/g이었다는 Chung MJ 등(2014)의 연구, 초석잠 분말에 6배량의 메탄올을 가하여 실온에서 12시간씩 3회 추출한 경우 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 각각 14.3 μg/mL와 9.9 μg/mL이었다는 Baek HS 등(2004)의 연구에 비해서 높은 결과로 나타났으며, 초석잠 분말에 10배량의 70% 에탄올 첨가 60℃ 수욕 상에서 환류 냉각하면서 3시간씩 2회 추출한 경우 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 각각 38.62 mg GAE/g과 221.00 mg QE/g이었다는 Lee JE 등(2014)의 연구 결과는 본 실험에 비해서 총 폴리페놀 함량은 낮았던 반면, 총 플라보노이드 함량은 높게 나타났다. 이런 차이는 초석잠의 재배 환경, 추출 용매의 종류, 추출 온도 및 시간과 같은 추출 조건 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 페놀성 화합물 함량은 대조군이 가장 낮았으며, 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드과 총 탄닌의 함량은 각각 104.27±0.13 mg GAE/g dw, 71.03±1.75 mg QE/g dw와 8.76±0.12 mg TAE/g dw이었다(각각 $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$)(Table 2). 이는 페놀성 화합물을 함유한 참죽 분말(Kim MA et al 2014)과 커피생두 분말(Park JY 2013)의 첨가량이 많아질수록 식빵의 총 폴리페놀 화합물 함량이 유의적으로 증가하였다는 선행 연구 결과를 뒷받침하는 것으로 나타났다. 대조군의 총 폴리페놀 함량은 15.65±0.52 mg GAE/g dw이었는데, 밀가루에 함유되어 있는 ferulic acid, caffeic acid와 같은 페놀성 화합물에 기인한 것으로(Adom KK et al 2005; Yu L et al 2013), 식빵의 총 폴리페놀 함량을 19.36 mg GAE/g으로 보고한 Kim MA 등(2014)의 연구와 유사한 결과이었으나, 32.1 mg GAE/100 g으로 보고한 Park JY(2013)의 연구보다 낮은 값으로 나타났다. 한편, Lee JE 등(2014)은 초석잠 분말을 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가하여 제조한 두부의 총 페놀 화합물과 총 플라보노이드 함량은 각각 29.26~37.81 mg GAE/g과 28.83~48.33 mg QE/g으로 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 유의적으로 증가한다(각각 $p<0.05$, $p<0.01$)고 보고하여 본 연구와 유사하였다.

<Table 2> Total phenolic contents of white bread added with different levels of Chinese artichoke (*Starchys sieboldii* Miq) powder

Sample	Total polyphenols (mg GAE/g dw)	Total flavonoids (mg QE/g dw)	Total tannins (mg TAE/g dw)
C	15.65±0.52[a]	5.53±1.32[a]	3.05±0.07[a]
S3	36.72±0.12[b]	12.39±1.68[b]	4.77±0.12[b]
S6	43.92±0.23[c]	24.73±0.93[c]	5.69±0.14[c]
S9	52.67±0.23[d]	37.38±1.62[d]	6.31±0.13[d]
S12	104.27±0.13[e]	71.03±1.75[e]	8.76±0.12[e]
F-value	41,008.779***	902.035***	905.154***

*** $p<0.001$.

a~e Means denoted by the same letter in a row are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Legends are referred in <Table 1>.

<Table 3> The values of IC_{50} (mg/mL) of Chinese artichoke (*Starchys sieboldii* Miq) and positive controls for DPPH and ABTS radical scavenging activities.

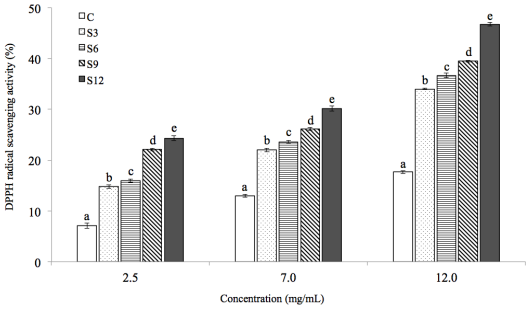
	Chinese artichoke	BHA	Ascorbic acid	α-Tocopherol
DPPH radical scaveging activity	1.42	0.35	0.28	0.44
ABTS radical scaveging activity	1.57	0.10	0.07	0.07

IC_{50} values calculated denote the concentration of the sample required to decrease the absorbance at 735 nm by 50%.
All values are mean±S.D. of triplicate determination.

2. 항산화 활성

초기 DPPH 라디칼의 50%를 소거하는데 필요한 농도(IC_{50})는 초석잠 추출물과 양성 대조군인의 BHA, ascorbic acid, α-tocopherol이 각각 1.42과 0.35, 0.28, 0.44 mg/mL로 분석되었다(Table 3). 이는 초석잠을 용매 종류별로 추출한 시료의 항산화 활성이 증류수가 가장 낮았고, 헥산, 클로로포름, 메탄올, 부탄올, 에틸아세테이트 순으로 높아졌으며, 에틸아세테이트 분획의 DPPH 라디칼 소거능의 IC_{50}는 2.8 μg으로 양성 대조군에 비해 높은 항산화 활성을 나타낸다고 보고한 Baek HS 등(2004)의 연구와 초석잠 추출물이 500 ppm 농도에서 DPPH 라디칼을 85.57% 소거하였다는 Chung MJ 등(2014)의 연구 결과보다 높은 값이었으나, 초석잠 추출물의 DPPH 라디칼 소거능의 IC_{50}가 46.35 μg/mL이었다는 Lee JE 등(2014)의 연구 결과보다 낮은 값으로 나타났다. ABTS 라디칼 소거능의 IC_{50}은 초석잠 추출물과 BHA, ascorbic acid, α-tocopherol이 각각 1.57, 0.10, 0.07, 0.07 mg/mL로 분석되었다(Table 3). 이는 초석잠 추출물의 ABTS 라디칼 소거능의 IC_{50}를 564.14 μg/mL로 보고한 Lee JE 등(2014)의 연구 결과보다 낮은 값이었다.

초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군이 가장 낮았고, 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵 추출물은 12.0 mg/mL 농도에서 46.72±0.36%로 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다(p<0.001)(Fig. 1). 이는 커피생두 분말을 첨가한 식빵의 항산화성 및 품질 특성 연구(Park JY 2013)와 스피루리나 첨가 식빵의 저장기간 중 품질 특성 및 항산화능의 변화 연구(Lee JY et al 2011)에서 DPPH 라디칼 소거능은 대조군이 가장 낮았으며, 커피생두 분말과 스피루리나의 첨가량이 증가할수록 활성이 높아지는 것으로 보고하여 본 실험과 유사한 결과로 나타났다. Kim MA 등(2014)은 참죽 분말 첨가 식빵의 DPPH 라디칼 소거능은 0.1 mg/mL 농도에서 대조군(1.67%)에 비해 참죽 분말을 1, 2, 3% 첨가함에 따라 25.52, 48.93, 69.44%로 유의적으로 항산화 활성이 증가하였다고 보고하여 본 실험에 비해 높은 활성을 보였으며, Im JS & Lee

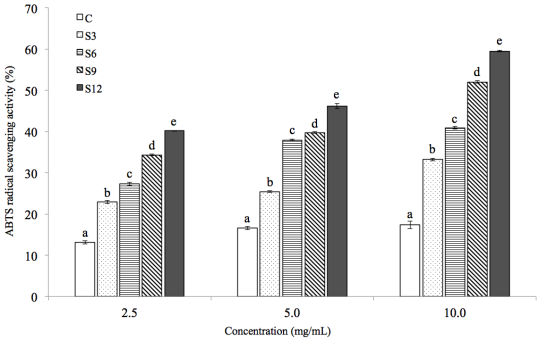


<Fig. 1> DPPH radical scavenging activity of white bread added with different levels of Chinese artichoke (*Starchys sieboldii* Miq) powder.

a~e Means denoted by the same letter in a row are not significantly different at p<0.001 by Duncan's multiple range test.
Legends are referred in <Table 1>.

YT(2010)는 흑미가루의 첨가 비율이 증가함에 따라(10~30%) 쌀 식빵의 DPPH 라디칼 소거능이 19.1~28.3%로 증가한다고 하여 본 실험에 비해 낮은 활성을 보였다. 이러한 차이는 밀의 유전 및 환경적 요인, 제빵 조건, 추출 과정은 밀가루의 항산화 활성에 영향을 미치며(Mpofu A 2006), 밀가루에 함유되어 있는 페놀성 화합물은 발효된 반죽에서 syringic acid, gallic acid, ferulic acid, caffeic acid 순으로 높은 항산화 활성을 보이는데(Han HM & Koh BK 2011), 제빵 과정 후에도 항산화 활성을 유지하지만(Adom KK et al 2005), 식빵을 굽는 과정에서 고온에 노출된 페놀산류(phenolic acids)의 일부가 파괴되면서 페놀성 화합물 함량이 감소하여 밀가루의 DPPH 라디칼 소거능이 30~32% 정도 감소하며, DPPH 라디칼 소거능의 감소 정도는 페놀성 화합물을 함유한 부재료의 첨가에 의해서 결정된다(Yu L et al 2013)는 선행 연구 결과로부터 제빵에 사용된 밀가루의 종류, 제빵 조건 및 용매 추출 과정 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 ABTS 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능에 비해 높은 활성을 보였으며, 대조군이 가장 낮았고, 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵은 10 mg/mL 농도에서 59.50±0.21%의 소거능을 나타내었다(p<0.001)(Fig. 2). 이는 초석잠 분말 첨가 두부 연구(Lee JE et al 2014)에서 대조군의 ABTS 라디칼 소거능은 32.64%로 가장 낮았으며, 초석잠 분말의 첨가량이 0.2, 0.4, 0.6, 0.8%로 증가함에 따라 항산화 활성이 각각 37.12, 38.36, 43.69, 45.16%로 유의적으로 증가하였다(p<0.01)는 보고와 유사한 결과로 나타났다.



<Fig. 2> ABTS radical scavenging activity of white bread added with different levels of Chinese artichoke (*Starchys sieboldii* Miq) powder.

a~e Means denoted by the same letter in a row are not significantly different at p<0.001 by Duncan's multiple range test.

Legends are referred in <Table 1>.

3. 관능검사

초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 기호도를 7점 척도법으로 검사한 결과는 <Table 4>에 나타내었다. 식빵의 속질 색(crumb color)에 대한 선호도는 S3가 5.12±1.06점으로 가장 높았으며, 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며(p<0.001), 기공의 크기(grain size)와 기공의 균일성(grain uniformity)은 S9이 가장 높게 평가되었으나, 시료간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 향미(flavor)에 대한 선호도는 대조군이 가장 낮았으며, S9이 가장 높게 평가되었다(p<0.05). 담백한 맛(plainer taste), 단맛(sweet taste), 아린맛(acridity taste)에 대한 선호도는 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아지는 경향을 보였으며, S9이 가장 높게 평가되었다(각각 p<0.001, p<0.001, p<0.001). 견고성(firmness), 탄력성(springiness), 촉촉함(moistness), 씹힘성(chewiness)에 대한 선호도는 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 높아졌으며(각각 p<0.001, p<0.01, p<0.001), S9을 가장 선호하는 것으로 평가되었다. 부드러움(softness)에 대한 선호도는 S9이 가장 높았으나 시료간 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 전반적인 기호도(overall acceptability)는 대조군이 4.13±1.53점으로 가장 낮았으며, 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 S9이 5.74±

<Table 4> **Acceptance test of white bread with different levels of Chinese artichoke (*Starchys sieboldii* Miq)**

Variables	C	S3	S6	S9	S12	*F*-value
Appearance						
Crumb color	4.99±1.73[c1)]	5.12±1.06[c]	4.34±1.32[ab]	4.79±1.53[bc]	4.26±1.41[a]	5.439[***]
Grain size	4.70±1.61[a]	4.91±1.09[a]	4.51±1.22[a]	4.82±1.28[a]	4.47±1.19[a]	1.611
Grain uniformity	4.59±1.63[a]	4.68±1.24[a]	4.54±1.36[a]	4.80±1.20[a]	4.59±1.29[a]	0.449
Flavor	4.16±1.52[a]	4.82±1.28[b]	4.66±1.29[b]	4.72±1.25[b]	4.37±1.50[ab]	3.003[*]
Taste						
Plainer taste	4.32±1.52[a]	4.53±1.28[a]	4.78±1.29[a]	5.43±1.29[b]	4.55±1.27[a]	7.916[***]
Sweet taste	4.12±1.41[a]	4.14±1.25[a]	4.53±1.22[a]	5.13±1.23[b]	4.42±1.42[a]	7.471[***]
Acridity taste	3.78±1.34[a]	4.20±1.05[b]	4.29±1.18[b]	4.76±1.25[c]	4.18±1.35[b]	6.136[***]
Texture						
Firmness	4.11±1.46[a]	4.62±1.13[b]	4.63±1.22[b]	5.18±1.21[c]	4.62±1.20[b]	7.108[***]
Springiness	4.55±1.59[a]	4.57±1.09[a]	4.67±1.23[a]	5.20±1.21[b]	4.57±1.31[a]	3.449[**]
Moistness	4.41±1.59[a]	4.45±1.35[a]	4.87±1.15[ab]	5.12±1.31[b]	4.66±1.29[a]	3.719[**]
Softness	4.57±1.48[ab]	4.39±1.37[a]	4.84±1.21[ab]	4.97±1.35[b]	4.66±1.23[ab]	2.223
Chewiness	4.46±1.43[a]	4.57±1.44[a]	4.80±1.25[a]	5.29±1.22[b]	4.74±1.20[a]	4.517[***]
Overall acceptability	4.13±1.53[a]	4.70±1.44[b]	4.67±1.37[b]	5.74±1.10[c]	4.59±1.39[b]	14.006[***]

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

[a~c] Means denoted by the same letter in a row are not significantly different at $p<0.05$ by Duncans multiple range test.

[1)] 7-point hedonic scale(1: extremely dislike, 7: extremely like).

Legends are referred in <Table 1>.

1.10점으로 가장 높았으나, 초석잠 분말을 12% 첨가한 군은 기호도가 감소하는 것으로 평가되었다($p<0.001$).

Ⅳ. 요약 및 결론

본 연구는 다양한 생리활성을 지닌 초석잠을 기능성 소재로서 식품 개발에 활용함으로써 그 이용을 확대하여 소비자의 건강 유지 및 증진에 기여하고자 빵류 중 가장 많이 소비되는 식빵에 초석잠 분말의 첨가량을 0(C), 3(S3), 6(S6), 9(S9), 12(S12)%로 달리하여 식빵을 제조하고, 그 기능성 성분인 페놀성 화합물의 함량과 항산화 활성을 분석하고 기호도 검사를 실시하여, 소비자의 기호를 충족하는 기능성 제빵 소재로서의 이용 가능성을 검토하였다.

1. 초석잠 분말의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 탄닌의 함량은 각각 139.09±1.97 mg GAE/g dw, 74.33±2.69 mg QE/g dw, 40.41±2.54 mg TAE/g dw로 분석되었다. 초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 페놀성 화합물 함량은 대조군이 가장 낮았으며, 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드과

총 탄닌의 함량은 각각 104.27± 0.13 mg GAE/g dw, 71.03±1.75 mg QE/g dw 8.76± 0.12 mg TAE/g dw이었다(각각 $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$). 대조군의 총 폴리페놀 함량은 15.65±0.52 mg GAE/g dw이었는데, 밀가루에 함유되어 있는 ferulic acid, caffeic acid와 같은 페놀성 화합물에 기인한 것으로(Adom KK et al 2005; Yu L et al 2013), 식빵에 초석잠 분말을 첨가하면 페놀성 화합물의 함량이 증가하여 항산화 효과의 증대를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 초석잠 추출물의 DPPH 라디칼의 50%를 소거하는데 필요한 농도(IC_{50})는 1.42 mg/mL로 양성 대조군(BHA, ascorbic acid, α-tocopherol)의 3~5배 정도로 높았다. 초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 DPPH 라디칼 소거능은 대조군이 가장 낮았고, 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵 추출물은 12.0 mg/mL 수준에서 46.72± 0.36%로 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다($p<0.001$). 초석잠 추출물과 BHA, ascorbic acid, α-tocopherol의 ABTS 라디칼 소거능의 IC_{50}은 각각 1.57, 0.10, 0.07, 0.07 mg/mL로 분석되었다. 초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 ABTS 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능에 비해 높은 활성을 보였으며, 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵은 10 mg/mL 농도에서 59.50±0.21%의 소거능을 나타내었다($p<0.001$). 밀가루에 함유되어 있는 페놀성 화합물은 발효된 반죽과 제빵 과정에서 항산화 활성을 유지하지만(Adom KK et al 2005; Han HM & Koh BK 2011), 식빵을 굽는 과정에서 고온에 노출되면서 페놀성 화합물 함량의 일부가 파괴되어 항산화 활성이 감소하는데(Yu L et al 2013), 초석잠 분말을 첨가함으로써 식빵의 기능성 성분과 항산화 효과를 유지할 수 있는 것으로 생각된다.
3. 초석잠 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 기호도를 7점 척도법으로 검사한 결과, 속질 색(crumb color)에 대한 선호도는 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며($p<0.001$), 기공의 크기(grain size)와 기공의 균일성(grain uniformity)은 S9이 가장 높게 평가되었으나, 시료별 유의적인 차이를 보이지 않았다. 향미(flavor)에 대한 선호도는 대조군이 가장 낮았으며, S9이 가장 높게 평가되었다($p<0.05$). 담백한 맛(plainer taste), 단맛(sweet taste), 아린맛(acridity taste)에 대한 선호도는 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아지는 경향을 보였으며, S9이 가장 높게 평가되었다(각각 $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$). 견고성(firmness), 탄력성(springiness), 촉촉함(moistness), 씹힘성(chewiness)에 대한 선호도는 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 유의적으로 높아졌으며(각각 $p<0.001$, $p<0.01$, $p<0.001$), S9을 가장 선호하는 것으로 평가되었다. 부드러움(softness)에 대한 선호도는 S9이 가장 높았으나, 시료간 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 전반적인 기호도(overall acceptability)는 대조군이 가장 낮았으며, 초석잠 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 S9이 5.74±1.10점으로 가장 높았으나, 초석잠 분말을 12% 첨가한 군은 기호도가 감소하는 것으로 평가되었다($p<0.001$).

이상의 결과로부터 식빵에 초석잠 분말을 첨가하는 것은 식빵의 기호도를 높이고 페놀성 화합물의 함량과 항산화 활성을 높여주어 식빵의 가치를 향상시킬 수 있으며, 식빵 제조 시 생리활성과 기호도 측면을 모두 고려하여 초석잠 분말을 9% 첨가하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 본 연구는 항산화, 항암, 항노화 등 다양한 생리활성

이 알려진 초석잠을 기능성 식품 소재로서 활용 가능성을 입증한 것으로 판단된다. 향후 초석잠 분말을 활용한 다양한 식품 개발에 관한 연구를 통해서 초석잠의 이용 확대가 필요할 것으로 생각된다.

한글 초록

본 연구는 초석잠을 기능성 소재로서 식품 개발에 이용을 확대하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 초석잠 분말의 첨가량을 0, 3, 6, 9, 12%로 달리하여 식빵을 제조하고, 페놀성 화합물의 함량과 항산화 활성을 분석하고 기호도 검사를 실시하였다. 초석잠 분말의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 총 탄닌의 함량은 각각 139.09±1.97 mg GAE/g dw, 74.33±2.69 mg QE/g dw, 40.41±2.54 mg TAE/g dw로 분석되었다. 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 식빵의 페놀성 화합물 함량은 유의적으로 증가하여 초석잠 분말을 12% 첨가한 식빵의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드과 총 탄닌의 함량은 각각 104.27±0.13 mg GAE/g dw, 71.03±1.75 mg QE/g dw와 8.76±0.12 mg TAE/g dw이었다(각각 $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$). 초석잠 추출물의 DPPH 라디칼과 ABTS 라디칼 소거능의 IC_{50}은 각각 1.42 mg/mL와 1.57 mg/mL로 분석되었으며, 초석잠 분말의 첨가량이 많아질수록 식빵의 항산화 활성은 유의적으로 높아졌다(각각 $p<0.001$과 $p<0.001$). 초석잠 분말을 9% 첨가한 식빵은 외관, 향미, 맛, 질감 및 전반적인 기호도가 가장 높게 평가되어 소비자의 기호도를 충족시키면서 항산화 활성을 지닌 기능성 식빵의 제조에 적합한 것으로 생각된다.

주제어: 초석잠, 페놀성 화합물, 항산화 활성, 기호도 검사

참고문헌

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.

Anesini C, Ferraro GE, Filip R (2008). Total polyphenol content and antioxidant capacityof commercially available tea(*Camellia sinensis*) in Argentina. *J Agric Food Chem* 56(19):9225-9229.

Baek HS, Na YS, Kim DH, Lee CH, Ryu BH, Song SK (2004). Antioxidant activities of *Stachys sieboldii* Miq. roots. *J Life Sci* 14(1):1-7.

Baek HS, Na YS, Ryu BH, Song SK (2003). Antioxidant activities of *Stachys sieboldii* Miq. stalks. *Korea J Biotechnol Bioeng* 18(4):266-271.

Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU (2009). Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. *Korean J Med Crop Sci* 17(1):15-20.

Cai Y, Luo Q, Sun M, Corke H (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences* 74(12):2157-2184.

Cheigh HS, Lee CY (1993). Antioxidative characteristics of plant phenolic compounds. *Life Sciences* 3(1):9-17.

Chung MJ, Lee SM, Joo NM (2014). Optimization of rice cookies prepared with Chinese artichoke (*Stachys sieboldii* Miq) powder using response surface methodology and quality characteristics. *Korean J Food & Nutr* 27(4):435-446.

Dewanto V, Xianzhong W, Liu RH (2002). Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50(17):4959-4964.

Duval B, Shetty K (2001). The stimulation of phe-

nolics and antioxidant activity in pea(*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem* 25(5):361-377.

Halliwell B, Aruoma OI (1991). DNA damage by oxygen-derived species. *FEBS Lett* 281(1-2):9-19.

Halliwell B, Cross CE (1994). Oxygen-derived species: their relation to human disease and environmental stress. *Environ Health Perspect* 102 (10):5-12.

Han HM, Koh BK (2011). Antioxidant activity of hard wheat flour, dough and bread prepared using various processes with the addition of different phenolic acids. *J Sci Food Agric* 91 (4):604-608.

Hayashi K, Nagamatsu T, Ito M, Hattori T, Suzuki Y (1994). Acteoside, a component of *Stachys sieboldii* Miq, may be a promising antinephritic agent: effect of acteoside on crescentic-type anti-GBM nephritis in rats. *Jpn J Pharmacol* 65(2):143-151.

Hertog MGL, Hollmam PCH (1996). Potential health effects of the dietary flavonoid quercetin. *Eur J Clin Nutr* 50(2):63-71.

Im JS, Lee YT (2010). Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. *J East Asian Dietary Life* 20(6):903-908.

Joo SY (2013). Quality characteristics and antioxidant activity of Gaeseong-Juak prepared with *Prunus yedoensis* Matsumura extract. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 26(1):92-100.

Kim EJ, Choi JY, Yu MR, Kim MY, Lee SH, Lee BH (2012). Total polyphenols, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Korean natural and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 44(3):337-342.

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.

Lee EJ, Ju HW, Lee KS (2012). Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. *Korean J Culinary Res* 18 (1):27-39.

Lee HJ, Jung SI, Hwang YI (2009). Characteristics and preservation of the plain bread added with onion juice. *J Life Sci* 19(6):781-786.

Lee JE, Jin SY, Han YS (2014). Antioxidant activities and quality characteristics of tofu supplemented with Chinese artichoke powder. *Korean J Food & Nutr* 27(1):10-21.

Lee JY, Kang SH, Kim MR (2011). Changes in the quality characteristics and antioxidant activities of spirulina added bread during storage. *Korean J Food Preserv* 18(1):111-118.

Leutner S, Eckert A, Müller WE (2001). ROS generation, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the aging brain. *J Neural Transm* 108(8-9):955-967.

Luc M, Emile M, Hubaud JC (2000). Spectrophotometric measurement of antioxidant properties of flavones and flavonols against superoxide anion. *Analytica Chimica Acta* 411 (1):209-216.

Min SH, Lee BR (2008). Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23(2):228-234.

Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim GY, Kang WW, Kim JK (2004). Quality characteristics of bread with dried persimmons hot-water extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(4):723-729.

Mpofu A, Sapirstein HD, Beta T (2006). Genotype and environmental variation in phenolic content, phenolic acid composition, and antioxidant activity of hard spring wheat. *J Agric*

Food Chem 54(4):1265-1270.

Nunomura A, Castellani R, Zhu X, Moreira P, Perry G, Smith M (2006). Involvement of oxidative stress in Alzheimer disease. *J Neuropathol Exp Neur* 65(7):631-641.

Park JY (2013). Antioxidant Activities and Quality Characteristics of Pan Bread with Green Coffee Bean Powder. MS Thesis, Sejong University, 46, Seoul.

Park SS, Kim SI, Sim KH (2011). The quality characteristics and antioxidative activity of *Sulgidduk* supplemented with Ramie leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci* 27(6):763-772.

Park YI, Lee SM, Joo NM (2014). Quality characteristics and optimization of rice muffin containing Chinese artichoke(*Stachys sieboldii* Miq) powder using response surface methodology. *J Korean Diet Assoc* 20(3):212-226.

Roberta R, Nicoletta P, Anna P, Anath P, Min Y, Catherine RE (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio Med* 26 (9-10):1231-1237.

Ryu BH, Kim SO (2004). Effects of methanol extract of *Stachys sieboldii* Miq on acetylcholine esterase and monoamine oxidase in rat brain. *Korean J Food & Nutr* 17(4):347-355.

Ryu BH, Park BG (2002). Antimicrobial activity of hexane extract of *Stachys sieboldii* Miq. leaf. *Korean J Life Sci* 12(6):803-811.

Ryu BH, Park BG, Song SK (2002). Antitumor effects of the hexane extract of *Stachys sieboldii* Miq. *Korean J Biotechnol Bioeng* 17(6): 520-524.

Soobrattee MA, Neergheen VS, Luximon-Ramma A, Aruoma OI, Bahorun T (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. *Mutation Res* 579(1):200-213.

Stadhouders PJ (1990). Elesevier's Dictionary of Horticultural and Agricultural Plant Production. 20th ed. Elsevier Science Publication, 72, Amsterdam.

Takeda Y, Fujita T, Satoh T, Kakegawa H (1985). On the glycosidic constituents of *Stachys sieboldii* Miq. and their effects on hyarulonidase activity. *Yakugaku Zasshi* 105(10):955-959.

Yamahara J, Kitani T, Kobayashi H, Kawahara Y (1990). Studies on the *Stachys sieboldii* Miq. Ⅱ. Anti-anoxia action and the active constituents. *Yakugaku Zasshi* 110(12):932-935.

Yang MR (2012). The Analysis of Bioactive Materials in *Stachys sieboldii* Miq. and Its Application on Functional Ready-to-eat Food. PhD thesis, Gyeongnam National University, 9, Jinju.

Yu L, Nanguet AL, Beta T (2013). Comparison of antioxidant properties of refiend and whole wheat flour and bread. *Antioxidants* 2(4):370-383.

2015년 06월 06일 접수
2015년 08월 03일 1차 논문수정
2015년 10월 12일 2차 논문수정
2015년 12월 01일 논문게재확정