

쑥부쟁이 분말 첨가 식빵의 품질 특성

김용주¹ · 정지숙^{1,2} · 김은하² · 손병길² · 고근배²

¹구례야생화연구소

²구례군농업기술센터

Quality of White Bread Containing *Aster yomena* Powder

Yong-Joo Kim¹, Ji-Suk Jeong^{1,2}, Eun-Ha Kim², Byeong-Gil Son², and Geun-Bae Go²

¹Gurye Wild Flower Institute

²Gurye-gun Agricultural Center

ABSTRACT *Aster yomena* is a perennial plant that belongs to the Asteraceae family. Seasoned wild vegetables are commonly used as functional ingredients because of their bioactive effects against oxidation, cancer, and inflammation. A recent report showed that ethanol extracts from *Aster yomena* effectively inhibited gene expression related to lipid accumulation within interstitial cells to prevent obesity, further raising awareness of its usefulness as a highly functional ingredient. Several studies have investigated *Aster yomena*, but none have investigated the effects of processing on its use. Therefore, this study investigated the quality characteristics and antioxidative activity of breads in which refined salt was replaced with *Aster yomena* powder at 0, 0.5, 1.0, 1.5, or 2.0%. Bread containing any amount of *Aster yomena* powder did not differ significantly from the control in terms of appearance, aroma, taste, texture, and overall preference. In addition, higher levels of added *Aster yomena* powder were associated with greater 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity indicating the potential for production of highly functional bread and noodle products using this material.

Key words: *Aster yomena*, wild vegetables, bread, functional, antioxidative activity

서 론

서구화된 식생활과 식사의 편의성이 선호됨에 따라 주식 대용으로 다양한 형태의 제과 및 제빵류가 개발되고 있으며, 빵의 수요가 증가하고 있다. 빵의 수요 증가는 버터, 소금, 설탕 등의 섭취 또한 증가시켜 비만, 고혈압, 당뇨 등의 원인이 되기도 한다. 특히 심장, 심혈관계 질환 및 뇌졸중 등의 직·간접적인 주요 인자로 알려져 있는 나트륨 과다 섭취는 사회문제로 주목받고 있으며(1,2), 다량의 나트륨은 체내에서 혈액량을 증가시키고 혈관을 수축시켜 고혈압을 일으키는 요인이 되고 있다(3). 우리나라 성인 1일 나트륨 섭취량은 2010년 4,831 mg으로 세계보건기구(WHO)의 권장 한계치인 2,000 mg보다 약 2.4배 정도 높게 섭취하고 있으며(4), 우리나라는 자극적인 먹을거리의 선호, 국과 소금에 절여진 발효식품, 서구화된 식생활 등으로 나트륨을 과잉섭취하고 있다(5). 최근 보건복지부와 식품의약품안전처에서는 나트륨 과다 섭취를 줄이기 위하여 나트륨 저감화 환경 조성 및 인식도 제고 등의 노력을 하고 있다(6).

식빵은 밀가루에 효모를 넣고 반죽하여 구워낸 빵으로 주로 토스트나 샌드위치 등으로 많이 이용된다(7). 식빵의 제조과정에서 소금은 맛, 향 및 글루텐의 구조를 변화시켜 식빵의 품질에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(8). 보통 식빵에는 2%의 소금이 첨가되며 제빵 시 향과 기술적인 제조에도 영향을 받지만 Kim 등(9)의 연구에서는 2.0% 미만의 소금 함량으로도 제빵 품질을 유지할 수 있다고 보고하였다. 최근 많은 사람들이 건강 지향적 식품에 관심이 높아짐에 따라 저염식빵 등이 개발되어 판매되고 있으며, 식빵의 품질을 높이기 위하여 스테비아잎(10), 연잎(11), 감잎(12), 삼채가루(13) 등의 다양한 잎과 아로니아(14), 블루베리(15), 버찌(16), 산수유(17) 등의 다양한 열매 분말을 첨가하여 식빵의 기능성을 높이는 연구가 보고되었다. 이런 천연식물자원의 분말을 첨가한 식빵은 기능성뿐만 아니라 맛, 향기 및 관능적 요소도 변화시켜 기존 소비자에게 이목을 끌 수 있는 장점을 가지고 있지만 맛과 향이 좋은 산채나물을 이용하여 제조한 식빵의 품질 및 기능성 변화를 보고한 연구는 미비하다.

농촌진흥청 식품성분표에 의하면 나물(생것 100 g) 종류에 따른 나트륨(Na) 함량은 가축나물에 2,933 mg으로 높게 함유되어 있었으며, 식단에 자주 등장하는 시금치 72 mg, 참나물 24 mg, 배추 15 mg으로 보통 수준이었다. 두메부추

Received 10 September 2015; Accepted 8 November 2015

Corresponding author: Ji-Suk Jeong, Gurye Wild Flower Institute, Jeonnam 57660, Korea

E-mail: herojisuk@hanmail.net, Phone: +82-10-3528-7174

2 mg, 고추 잎 4 mg, 열갈이배추 6 mg, 비름 6 mg으로 상대적으로 적다. 죽순, 참취, 업나무 등 몇몇 나물은 데친 후 오히려 나트륨 함유량이 증가하기도 하였으나 데친 후 시금치 11 mg, 배추 7 mg으로 상당량 감소하였으며, 고추 잎과 비름은 나트륨이 검출되지 않았다. 쑥부쟁이는 생것의 나트륨 함유량이 1 mg/100 g으로 거의 없었으며(18), 특유의 짭짤한 맛을 줄이고 소화기능을 용이하게 하기 위하여 데친 후 이용하고 있어 나트륨이 거의 없는 나물로 볼 수 있다.

쑥부쟁이는 국화과에 속하는 다년생 초본으로 중남부지방에 분포하며 근경이나 종자로 번식한다. 민간에서 전초는 '마란', 지상부는 '백산국'으로 불리며, 한방에서 소풍, 청열, 해독, 거담진해, 이뇨 보익, 해소 등의 약으로 이용되어 왔다(19). 또한 민간에서 산채나물로 이용되어 왔으며, 독특한 향기가 있어 식욕을 촉진하는 것으로 알려져 있다(20). 산채나물은 오래전부터 식용한 식물로 독성이 없고 맛과 향이 좋은 것으로 알려져 있다. 산채나물은 반찬으로뿐만 아니라 기능성 식품으로 관심이 높아지면서 각종 산채나물의 항산화, 항암, 항염증 등 생리활성 연구가 진행되고 있으며, 다양한 기능성 식품의 소재로 이용되고 있다(21). 쑥부쟁이에 대한 연구로는 항암(22), 항염증(23), 아세틸콜린 에스테라제 저해 및 항산화 활성(24), 건조방법에 따른 생리활성 등의 연구가 보고되었다(20). 최근 농촌진흥청에서 비알콜성 지방간 내 지질축적 조절기전 구명 및 기능성 천연물 소재 탐색 연구에서 쑥부쟁이 에탄올 추출물이 간세포 내 지방축적 유전자 발현 억제 및 지방축적 억제 효과가 있는 것으로 보고하였으며(23), Lee 등(25)도 쑥부쟁이 추출물이 항비만 효과가 있는 것으로 보고하였다.

따라서 본 연구는 쑥부쟁이 원료의 기능성은 보유하면서 정제소금의 함량을 최소로 한 저염식빵을 제조하기 위해 쑥부쟁이 분말 첨가비율을 달리한 식빵을 제조한 후 품질 특성 및 기능성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 시료인 쑥부쟁이(*Aster yomena*)는 전라남도 구례군농업기술센터 친환경시험장 노지에서 재배된

것으로 2014년 4월에 채취한 것을 사용하였다. 시료는 이물질 제거 및 세척 후 water bath(BS-31, Jelo, Incheon, Korea)를 사용하여 생체 1 kg에 20배(20 L)의 증류수를 $96\pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 가열하고 3분간 데친 다음 흐르는 물에 1분간 수세하고, 다시 증류수에 잠기도록 담갔다가 채반을 사용하여 물기를 제거하고 건조기(SH-FDO150, Samheung, Sejong, Korea)로 50°C 에서 10~12시간 열풍건조 하였다. 건조 시료는 믹서기(SMX-4000DY, Shinil, Seoul, Korea)로 분쇄하여 80 mesh 체를 통과시킨 후 -80°C deep freezer(MDF-U53V, Sanyo, Tokyo, Japan)에서 냉동보관 하며 사용하였다. 밀가루(강력분, Beksul, Yangsan, Korea), 버터(Seoul Milk, Seoul, Korea), 백설탕(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea), 소금(천일염 100%, CJ Cheiljedang, Busan, Korea), 탈지분유(Seoul Milk, Yangju, Korea), 건조이스트(Sungjin Food, Gwangju, Korea)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

식빵 제조

쑥부쟁이 분말 첨가 저염식빵 제조의 재료 배합비는 Table 1과 같다. 쑥부쟁이 분말의 첨가량은 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 밀가루와 비율에 맞게 함량을 첨가하여 혼합가루로 사용하였다. 제빵의 공정은 Kaiser 제빵기(KBM-5000, Guangdong Xinbao Electrical Appliances Holdings Co., Ltd., Guangdong, China)의 자동제빵 코스 중 강력분빵 코스(3 h 20 min)를 이용한 제빵방법으로 제조하였으며, 제조 후 1시간 동안 방치하여 실온으로 열기를 제거한 다음 품질 특성 측정용 시료로 사용하였다.

수분 함량

반죽의 수분 함량은 강력분빵 코스의 1차 반죽이 완료되는 40분 경과 후 즉시 꺼내어 수분자동측정기(MX-50, A&D Company, Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였다.

pH 측정

반죽의 pH 측정은 반죽 5 g과 증류수 45 mL를 30분간 혼합한 후 여과(Whatman No. 2, Whatman, Maidstone, UK)한 여액을 pH meter(UP 25, Denver Instrument,

Table 1. Formula of bread with different amount of *Aster yomena* powder

Ingredients	<i>Aster yomena</i> powder content (%)				
	Control ¹⁾	AY0.5% ²⁾	AY1.0% ³⁾	AY1.5% ⁴⁾	AY2.0% ⁵⁾
Wheat flour	350.00	348.25	346.50	344.75	343.00
<i>Aster yomena</i> powder	0	1.75	3.50	5.25	7.00
Butter	22.75	22.75	22.75	22.75	22.75
Dry yeast	5.25	5.25	5.25	5.25	5.25
Salt	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Skim milk powder	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75
Sugar	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Water	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00

¹⁾Control: added with none. ²⁾AY0.5%: added with 1.0% *Aster yomena* powder. ³⁾AY1.0%: added with 1.0% *Aster yomena* powder. ⁴⁾AY1.5%: added with 1.0% *Aster yomena* powder. ⁵⁾AY2.0%: added with 1.0% *Aster yomena* powder.

Denver, CO, USA)로 측정하였다. 식빵의 pH 측정은 동결건조기(FDU-2100, Eyela, Tokyo, Japan)로 동결건조하여 수분을 제거한 후 반죽의 pH 측정방법과 동일하게 측정하였다.

식빵의 높이, 중량 및 부피 측정

쭉부쟁이 분말 첨가 식빵의 높이는 식빵의 정중앙의 높이를 측정하였다. 식빵의 중량은 전자저울(TB-214, Denver Instruments)을 이용하여 무게를 측정하였고, 부피는 종자치환법(26)을 이용하여 측정하였다.

쭉부쟁이 식빵의 비용적 및 굽기 손실을 측정

쭉부쟁이 분말 첨가 저염식빵의 비용적(mL/g)은 식빵의 부피를 중량으로 나누어 구하였다. 또한 굽기 손실률은 반죽과 제조된 식빵의 중량을 이용하여 다음의 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{비용적(mL/g)} = \frac{\text{완제품의 부피(mL)}}{\text{반죽 중량(g)}}$$

$$\text{굽기 손실률(\%)} = \frac{\text{반죽 중량(g)} - \text{완제품의 중량(g)}}{\text{반죽 중량(g)}} \times 100$$

색도 측정

색도는 색도계(CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정 전 표준백판은 $Y=94.2$, $x=0.3131$, $y=0.3201$ ($L=97.69$, $a=-0.40$, $b=+2.00$)로 보정한 후 사용하였으며, 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 나타내었다. 반죽은 표면을 측정하였으며, 식빵은 제조 후 1시간 동안 방치시켜 실온으로 열기를 식힌 다음 식빵의 표면과 식빵을 반으로 나누어 내부의 색도를 반복 측정하였다.

식빵의 텍스처 측정

쭉부쟁이 분말 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 텍스처 측정은 Rheometer(CR-3000, Sun Sci. Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 distance 5 mm, plunger diameter 15 mm(No. 25), table speed 60 mm/s의 조건으로 측정하였다. 측정용 샘플은 식빵의 하부 5 cm를 제거한 높이에서 가로 4 cm, 세로 4 cm, 높이 3.5 cm의 육면체로 자른 후 경도(hardness), 탄성(springiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 파쇄성(brittleness)의 특성치를 비교하였다.

식빵의 외부 및 내부 표면 관찰

식빵의 외부 및 내부 표면 관찰은 제조된 식빵을 슬라이스하여 외관과 내부를 디지털 카메라(NX 2000, Samsung, Seoul, Korea)로 촬영하였다.

항산화 효능 측정

시료 전처리: 쭉부쟁이 분말 첨가량을 달리하여 제조된 식빵을 동결건조하여 잘게 분쇄한 시료 1 g과 methanol 9 mL를 가하여 실온에서 3시간 교반하여 추출한 뒤 여과(Whatman No. 2, Whatman)한 추출액을 사용하였다.

총 폴리페놀 측정: 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법(27)에 따라 각 추출물 200 μ L에 증류수 2.5 mL를 첨가하고 여기에 Folin-Ciocalteu's reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 200 μ L를 첨가하여 30초간 혼합한 후 6분간 정치하였다. 이후 7% Na_2CO_3 (Sigma-Aldrich Co.) 2 mL를 가하고 혼합하여 90분간 정치 반응한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하고 얻은 검량선으로부터 총 폴리페놀 함량을 산출하였다.

전자공여능 측정: 전자공여능 측정은 Blois(28)의 방법에 따라 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.)에 대한 수소공여 효과를 측정하여 전자공여능(EDA, electron donating ability)으로 나타내었다. 0.2 mM DPPH 용액(dissolved in 99% ethanol, Sigma-Aldrich Co.) 2 mL와 시료 용액 0.3 mL를 가하여 섞은 후 30분간 37°C에서 정치한 다음 517 nm에서 흡광도(Optizen POP, Mecasys Co., Seoul, Korea)를 측정하여 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{Sample의 흡광도} - \text{Control의 흡광도}}{\text{Blank의 흡광도}}\right) \times 100$$

관능검사

식빵의 관능검사는 쭉부쟁이의 특징을 잘 알고 평소에 접촉이 있는 일반인 10명과 쭉부쟁이를 접촉한 적 없는 식품 전공 대학생 10명을 관능요원으로 하였으며, 실험목적과 관능항목에 관하여 충분히 인지할 수 있도록 설명한 후 실시하였다. 쭉부쟁이는 일정한 크기(5×5×1 cm)로 잘라 2조각씩 흰색 접시에 담아 제공하였고, 한 개의 시료를 평가한 후 반드시 생수로 입안을 행구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 기호도 검사 평가내용은 식빵의 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 질감(texture) 및 전반적인 기호도(overall acceptance)를 7점 평점법으로 최고 7점에서 최저 1점까지 특성이 좋을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

통계처리

SPSS program(SPSS Statistics 14.0, IBM, New York, NY, USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 각 변수에 대한 유의성 검정은 분산분석(ANOVA)을 이용하여 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)에 의해 $P < 0.05$ 수준에서 사후검증을 실시하였다.

Table 2. Change in pH of dough and bread prepared by different ratio of *Aster yomena* powder

Properties		Levels of <i>Aster yomena</i> powder (%)				
		Control	AY0.5%	AY1.0%	AY1.5%	AY2.0%
pH	Dough	5.18±0.01 ^b	5.20±0.02 ^b	5.27±0.11 ^{ab}	5.30±0.01 ^a	5.33±0.02 ^a
	Bread	5.27±0.01 ^e	5.39±0.01 ^d	5.36±0.02 ^c	5.41±0.01 ^b	5.45±0.01 ^a

Values represent mean±SD.

Samples are the same as Table 1.

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

결과 및 고찰

pH

반죽의 pH는 5.20~5.33, 식빵의 pH는 5.36~5.45로 썬부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 경향이었으며, 반죽상태보다 식빵일 때 pH가 소폭 더 증가하는 것으로 나타났다(Table 2). 썬부쟁이 분말을 첨가한 쿠키(29)는 썬부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 pH가 감소한 결과이지만 쿠키와 식빵은 이스트에 의한 발효 유무의 차이로 pH에 차이가 나타날 수 있으며, pH 저하는 글루텐의 팽윤과 가스 보유력 증가로 식빵의 부피를 증가시킨다. 그러나 신안 섬초 분말(30) 등 다양한 식물체 분말 첨가량이 증가하면 오히려 pH는 증가하고 이스트의 활성을 저해하여 가스보유력을 감소시켜 최종 제품의 부피가 감소하였다.

총 폴리페놀 함량 및 전자공여능

썬부쟁이 분말 첨가량에 따른 총 폴리페놀 함량은 Fig. 1과 같다. 썬부쟁이 분말을 첨가하지 않은 대조구는 27.00 mg GAE/100 g으로 가장 낮은 값을 나타내었으나 썬부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 30.67~37.60 mg GAE/100 g으로 증가하였다. 참죽 분말을 첨가한 식빵은 대조구 19.36 mg GAE/100 g에서 참죽 분말을 1.0~3.0% 첨가한 식빵은 분말 첨가량이 증가할수록 47.81~73.46 mg GAE/100 g으로 유의적으로 증가하여 썬부쟁이보다 폴리페놀 함량이 높았다(31).

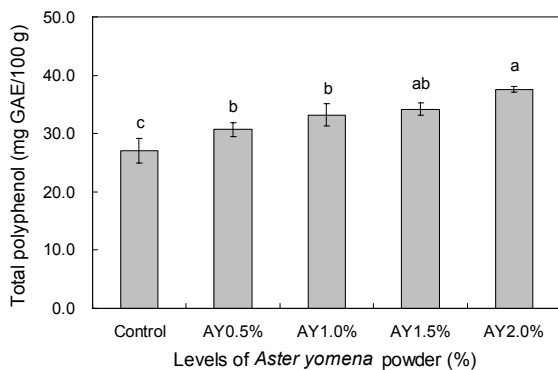


Fig. 1. Total polyphenol in white bread added *Aster yomena* powder. Values represent the mean±SD for triplicate experiments. Samples are the same as Table 1. Means with different letters (a-c) above bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

썬부쟁이 분말 첨가량에 따른 전자공여능은 Fig. 2와 같다. 썬부쟁이 분말을 첨가하지 않은 대조구는 48.41%로 가장 낮은 값을 나타내었으나 썬부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 53.20~68.17%로 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). Lee(29)의 썬부쟁이 분말을 첨가하지 않은 대조구와 썬부쟁이 분말 3.0% 첨가한 쿠키의 DPPH 라디칼 소거능은 각각 21.92%와 39.98%로 측정되어 상대적으로 낮은 값을 나타내었으나, 본 결과에서 보는 바와 같이 분말 첨가량이 증가할수록 라디칼 소거능은 유의적으로 증가하였다. 아로니아 분말 첨가 식빵(14)은 대조구가 1.63%로 낮았으나, 1.0~10.0%로 분말 첨가량이 증가할수록 6.87~57.83%로 유의적으로 증가하여 썬부쟁이 2.0% 첨가는 아로니아 10.0% 첨가보다 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었다.

중량, 부피, 높이

썬부쟁이는 나트륨의 함량이 다른 나물에 비해 높은 것으로 알려져 있다. 제빵에서 소금의 기능은 빵의 맛과 향을 증진시켜주고(8), 이스트의 활동과 관련되어 발효 능력을 억제하는데 소금은 반죽의 발효를 지속적으로 조절해준다. 소금은 반죽의 발효를 늦추지만 글루텐을 강화시켜 반죽의 점탄성을 좋게 하여 오븐 안에서 더 많이 팽창할 수 있도록 도와 빵의 질감을 향상시키는 것으로 알려져 있다. 보통 식빵에는 2.0%의 소금이 첨가되나 Kim 등(9)의 연구에서는 2.0% 미만의 소금 함량으로도 제빵에 품질을 유지할 수 있다고 보고되어 썬부쟁이에 함유된 나트륨을 고려하여 소금

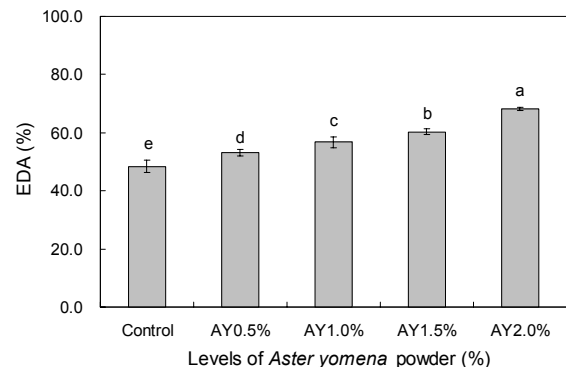


Fig. 2. Electron donating ability in white bread added *Aster yomena* powder. Values represent the mean±SD for triplicate experiments. Samples are the same as Table 1. Means with different letters (a-e) above bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

의 양은 1 g으로 동일하게 한 후 썩부쟁이 분말 첨가량을 달리하였다. 식빵 품질평가의 기본 판단 지표로 사용되는 무게와 부피는 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가함에 따라 무게는 점차적으로 증가하고, 부피는 유의적으로 감소하였다 ($P < 0.05$). 식빵 제조 시 재료배합 중량은 628.3 g이었으나 반죽 후 중량은 617.6~622.9 g으로 5.35~10.65 g 감소하였으나 썩부쟁이 분말 2.0%를 첨가(AY2.0%)한 식빵을 제외하고는 통계적 차이는 없었다(Table 3). 식빵의 중량은 538.4~547.5 g으로 분말 첨가 식빵은 70.1~81.1 g이 감소하였으나, 대조구는 85.5 g 감소하여 중량 감소폭이 컸다. 식빵의 부피는 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 대조구에 비해 10~207 mL 감소하였다. 식빵의 높이는 대조구 16.0 cm, AY2.0% 첨가 시 14.9 cm로 감소하는 경향을 나타내었다. 스테비아일 분말을 첨가한 식빵(10) 연구에서도 대조구 19.0 cm, 스테비아일 2.0% 첨가 식빵 17.3 cm로 감소하여 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 중량 및 부피가 감소하는 결과를 나타내어 본 연구와 비슷한 경향이 있었다. 반면 삼재가루 첨가 식빵(13)에서는 분말 첨가량이 증가할수록 부피가 증가하여 부재료 특성에 따라 부피 즉, 부푸는 정도에 영향을 주었다. Chen 등(32)은 빵의 부피 감소는 부재료에 의해 글루텐 막이 손상되거나 반죽 내 글루텐 비율이 감소하여 반죽이 약화되어 팽창력이 저하되는 글루텐 감소 효과와 관련 있다고 하였다.

비용적, 굽기 손실률 및 수분 함량

썩부쟁이 분말을 첨가한 식빵의 비용적, 굽기 손실률 및 수분 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 비용적은 반죽에 혼입된 공기의 양과 구울 때 골격을 형성시켜주는 글루텐의 양이 영향요인으로 작용한다고 하였다(33). 썩부쟁이 분말 첨가 식빵의 비용적은 대조구 4.32 mL/g, AY2.0% 첨가 시 3.87 mL/g으로 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 굽기 손실률은 대조구가 13.57%로 가장 높았으나 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하여 AY2.0% 첨가 시 11.35%를 나타내었다($P < 0.05$). 연잎 분말 첨가 식빵의 비용적은 연잎 분말 2.5% 첨가구에서 연잎 분말 첨가하지 않은 대조구에 비해 5% 가량 유의적으로 증

가하였으나, 5%, 7.5% 첨가구에서는 대조구에 비해 87%와 80%로 오히려 감소하는 경향을 나타내었다(11). Bae 등(34)은 일반적인 비용적의 값이 3.2~4.0의 범위에 있다고 하였으나 본 결과에서는 3.87~4.32의 범위로 Bae 등(34)이 제시한 값보다 높았으며, 스테비아일 분말 첨가(10) 시 4.12~4.21로 본 결과와 비슷한 값을 나타내었다. 대체적으로 부재료를 첨가하였을 때 비용적이 감소하는 경향을 나타내었으며, 썩부쟁이 분말 첨가 식빵도 분말 첨가량이 증가하면서 글루텐양이 감소할 뿐만 아니라 글루텐 형성을 방해하여 부피와 비용적 감소에 영향을 준 것으로 판단된다. Jeong과 Yoo(35)는 반죽을 굽는 과정 중 높은 열에 의해 팽창이 많이 일어나게 되고 팽창과 동시에 기공이 열리면서 반죽 안의 수분이 기체로 변해 굽기 손실에 영향을 준다고 하였으며, Roels 등(36)은 같은 굽기 조건 하에서 호화가 양호하고 착색이 좋을수록 굽기 손실률은 증가한다고 보고하였다. 그러나 Bae 등(12)은 감일 가루 첨가량이 3.0% 이상 증가할수록 굽기 손실률이 유의적으로 낮아져 감일 가루 첨가 식빵의 수분 보유력이 커지면 식빵의 식감을 끈적하게 하여 기호도를 떨어뜨릴 수 있다고 보고하여, 식감의 기호도를 높이기 위해서는 굽는 과정에서의 적당한 수분 보유와 감소가 필요한 것으로 생각된다.

외관 및 절단면 관찰

Fig. 3에서 보는 바와 같이 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 식빵 모양이 불균형적이었으며, 기공의 크기도 작아져 식빵의 부피가 감소하는 것으로 확인되었다. 식빵의 높이는 썩부쟁이 분말 AY0.5% 첨가구가 대조구보다 유의적으로 소폭 높았으나 부피는 대조구가 소폭 높은 것으로 나타나는 제빵기에서 꺼내어 식히는 과정 중 발생한 차이로 보이며, 분말 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 식빵의 내부 단면은 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 내부조직이 조밀해지고 진한 녹색을 강하게 띠는 것으로 나타났다. 그러나 연잎 분말을 첨가한 식빵의 경우에도 2.5% 첨가한 식빵이 대조구에 비하여 더욱 팽창하여 높이가 대조구보다 증가하였으며, 연잎 첨가량이 5.0~7.5%로 증가할수록 부피는 감소하고 갈색을 띠면서 점점 어두워지는 경향을 나타내었다(11).

Table 3. Change in baking characteristics of dough and bread prepared by different ratio of *Aster yomena* powder

Properties	Levels of <i>Aster yomena</i> powder (%)				
	Control	AY0.5%	AY1.0%	AY1.5%	AY2.0%
Dough Weight (g)	622.90±0.35 ^a	622.40±0.60 ^a	622.70±0.63 ^a	622.90±0.36 ^a	617.60±0.36 ^b
Bread Weight (g)	538.40±0.50 ^c	541.30±0.44 ^b	541.40±2.02 ^b	545.70±0.50 ^a	547.50±0.56 ^a
Volume (mL)	2,325.00±0.36 ^a	2,315.00±0.66 ^b	2,295.00±0.87 ^c	2,255.00±0.40 ^d	2,118.00±1.00 ^e
Height (cm)	16.00±0.17 ^b	16.50±0.52 ^a	15.30±0.20 ^c	15.40±0.10 ^c	14.90±0.10 ^c
Specific volume (mL/g)	4.32±0.00 ^a	4.28±0.01 ^b	4.24±0.00 ^c	4.13±0.00 ^d	3.87±0.00 ^e
Baking loss (%)	13.57±0.01 ^a	13.03±0.34 ^b	13.06±0.01 ^b	12.39±0.00 ^c	11.35±0.00 ^d
Moisture content (%)	38.76±0.17 ^b	40.70±1.10 ^a	41.63±0.14 ^a	41.12±0.37 ^a	41.65±0.48 ^a

Values represent mean±SD.

Samples are the same as Table 1.

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

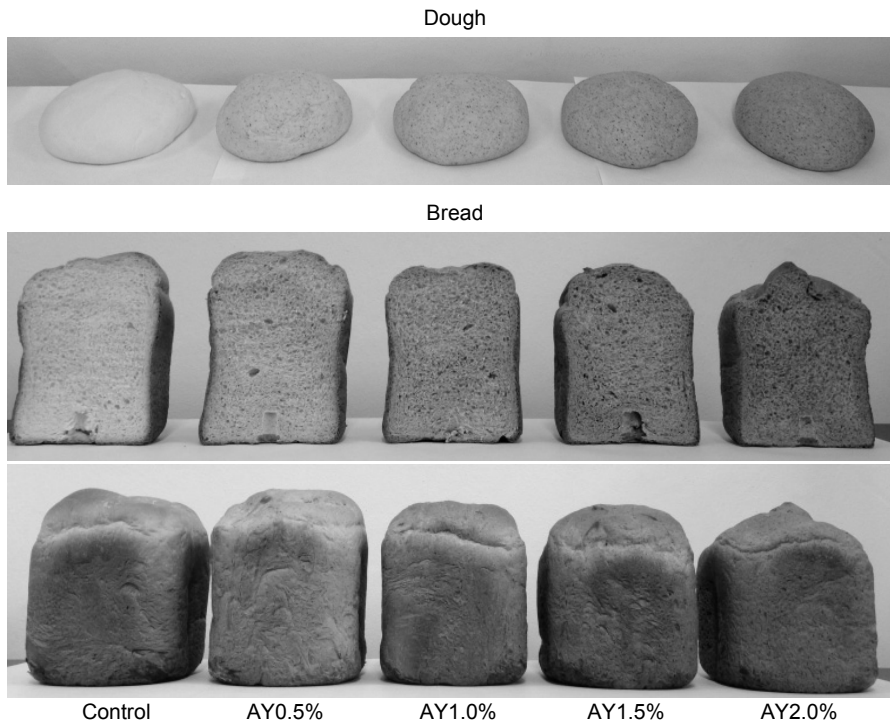


Fig. 3. Photograph of dough and bread with different amount of *Aster yomena* powder. Samples are the same as Table 1.

Table 4. Color values of dough and breads prepared by different ratio of *Aster yomena* powder

Color value		Levels of <i>Aster yomena</i> powder (%)					
		Control	AY0.5%	AY1.0%	AY1.5%	AY2.0%	
Dough	L	86.08±0.14 ^a	77.77±1.03 ^b	73.65±1.26 ^c	68.91±1.33 ^d	66.14±1.00 ^e	
	a	-1.78±0.01 ^a	-4.94±0.10 ^b	-6.19±0.19 ^c	-6.81±0.13 ^d	-7.26±0.19 ^e	
	b	18.73±0.05 ^b	19.85±0.13 ^a	20.11±0.49 ^a	20.37±0.80 ^a	20.34±0.72 ^a	
Bread	Crust	L	49.65±0.19 ^b	51.36±0.67 ^a	47.81±0.19 ^c	41.83±0.24 ^d	45.86±0.19 ^e
		a	10.22±0.06 ^a	8.52±0.04 ^b	7.66±0.03 ^c	7.23±0.07 ^d	5.31±0.06 ^e
		b	16.96±0.14 ^c	20.20±0.02 ^a	18.87±0.20 ^b	13.12±0.23 ^e	15.85±0.17 ^d
	Crumb	L	69.48±0.67 ^a	66.04±0.19 ^b	63.03±1.73 ^c	61.37±1.81 ^c	58.01±0.42 ^d
		a	-2.00±0.06 ^a	-2.89±0.06 ^b	-3.77±0.07 ^c	-3.88±0.09 ^c	-4.01±0.05 ^d
		b	10.02±0.47 ^d	11.47±0.16 ^c	15.70±0.35 ^b	16.02±0.62 ^b	17.07±0.24 ^a

Values represent mean±SD.

Samples are the same as Table 1.

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

L value: degree of lightness (white +100 ↔ 0 dark), a value: degree of redness (red +100 ↔ -80 green), b value: degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue).

색도

Table 4에서 보는 바와 같이 반죽의 색도는 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 밝기를 나타내는 L값이 유의적으로 감소하여 대조구가 86.08에서 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 77.77~66.14로 black에 가까워졌으며, 적색도를 나타내는 a값도 대조구가 -1.78에서 유의적으로 감소하여 -4.94~-7.26으로 green에 가까워졌다($P < 0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 18.73~20.37로 유의적인 차이가 없었다. 식빵의 L값은 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 crust와 crumb 모두 감소하는 경향이였으며, crust가 41.83~51.36으로 crumb의 58.01~69.48보다 crumb의 명도가 더 높았다. 특히 외부겉질 색은 갈색이 진해지고 어두워졌다. a값은

유의적으로 감소하여 crust보다 crumb가 더욱 green에 가까워졌다. b값은 crumb이 썩부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 yellow에 가까워졌으나, crust는 경향성이 나타나지 않았다. 스테비아잎 분말 첨가 식빵(10)은 재료의 배합비율 및 색도 측정기계의 차이로 보이나 대조구의 명도가 49.16으로 낮았으며, 분말 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 낮아졌으나 황색도는 증가하여 황색도의 경향이 다르게 나타났다. 연잎 분말 첨가 식빵(11)의 대조구는 명도 70.3, 적색도 -2.3, 황색도 9.8에서 연잎 분말 첨가량이 증가할수록 명도는 낮아졌으나 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 버찌분말 첨가 식빵(16)은 명도, 적색도, 황색도 모두 낮아지는 경향을 나타내어 부재료 첨가에 따라 색도

차이가 높았으며, 이는 관능평가에도 영향을 주는 것으로 나타났다. 연잎, 스테비아잎, 시금치 등 초록색 원료의 경우에는 일반적으로 함유량이 증가할수록 관능평가 점수가 낮았으나 감귤과피 첨가 식빵(37)의 경우에는 감귤과피 분말 3.0~6.0% 첨가한 식빵이 대조구에 비해 색의 관능평가 점수가 높았다.

텍스처

쭈부쟁이 분말 첨가량을 달리한 식빵의 텍스처 측정 결과는 Table 5와 같다. 경도는 대조구가 106.83 g로 첨가량이 증가할수록 108.13, 112.57, 131.67, 148.93 g로 증가하여 분말 첨가량이 증가할수록 단단한 것으로 나타났으나 탄성과 응집성은 유의적인 차이가 없었다. 검성과 과쇄성은 쭈부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타내었다. 수용성 식이섬유는 식품에 첨가 시 점도를 증가시키고, 불용성 식이섬유는 식품의 보수력을 향상시키는 기능이 있어(38) 쭈부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 식이섬유의 함량이 증가하여 검성이 증가한 것으로 보이며, 이는 수분 함량 측정 결과 쭈부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 수분 함량이 증가한 결과와 상관관계가 있을 것으로 판단된다. Girhammar와 Nair(39)는 호밀과 밀로 만든 빵 반죽의 수분 보유 능력과 신선도가 non-starch polysaccharide, xylose와 arabinose 등 pentosans의 중합체 함량에 따라 달라진다고 하였다. Lee(40)는 곡류의 non-starch polysaccharide의 함량이 높을 경우 부드러운 조직을 가지는 반면, 식빵에 다른 첨가물을 넣어 제조할 때 글루텐 함량과 첨가물의 성질에

따라 활성 글루텐 등의 구조를 유지할 수 있는 보조물질을 첨가하지 않으면 구조력을 유지하기 어려워 부피가 감소하는 것으로 알려져 있다(41). Jung(42)은 기공이 잘 발달된 빵이 부피가 크고 부드러움이 증가하여 경도가 낮다고 하였다. 스테비아잎 분말 첨가량이 증가할수록 부피가 감소(10)하는 결과도 본 결과와 비슷한 경향이었으며, 이는 Chen 등(32)의 보고에서와 같이 섬유질 등의 영향으로 부피 증대가 저해되면서 경도가 증가한 것으로 생각된다.

관능평가

쭈부쟁이 분말을 첨가한 식빵의 선호도 평가 결과는 Table 6과 같다. 색은 쭈부쟁이 분말을 첨가할수록 쭈부쟁이 분말을 첨가하지 않은 대조구보다 낮은 평가를 받았다. 향은 쭈부쟁이 분말 0.5~1.0% 첨가한 식빵이 대조구보다 높은 평가를 받았으나 통계적으로 유의적 차이를 보이지 않았다. 조직감은 쭈부쟁이 분말 1.0% 첨가한 식빵이 4.60, 맛은 쭈부쟁이 분말 0.5% 첨가한 식빵이 4.90으로 가장 높게 평가를 받았다. 전반적인 기호도는 쭈부쟁이 분말 0.5% 첨가 식빵이 4.80으로 가장 높게 평가받았으나, 1.0% 이상 첨가 시에는 오히려 대조구에 비해 낮은 평가를 받아 쭈부쟁이 분말 첨가량이 증가할수록 기호도는 감소하였다($P<0.05$). 이는 설탕, 버터, 소금 등 맛 및 조직감의 기호도를 높이는 재료의 양이 상대적으로 적어 쭈부쟁이 분말의 특유의 향과 쓴맛이 강하게 느껴졌기 때문으로 생각된다. 다양한 분말을 첨가한 식빵 연구가 다수 보고되었으며, 관능평가 결과 녹차가루는 2.5%, 스테비아잎 분말은 0.5~1.5% 첨가한 식빵이

Table 5. Textural characteristics of bread with *Aster yomena*

Texture properties	Levels of <i>Aster yomena</i> powder (%)				
	Control	AY0.5%	AY1.0%	AY1.5%	AY2.0%
Hardness (g)	106.83±1.07 ^d	108.13±0.55 ^d	112.57±0.25 ^c	131.67±2.38 ^b	148.93±1.27 ^a
Springiness (%)	4.10±0.91 ^{NS}	93.94±0.33	94.06±0.62	94.39±0.49	94.18±0.86
Gumminess (g)	96.33±4.31 ^d	9.46±0.89 ^{cd}	104.37±0.93 ^c	119.27±3.91 ^b	134.57±4.59 ^a
Cohesiveness (%)	0.15±3.20 ^{NS}	91.98±0.73	91.16±2.30	90.57±1.47	91.30±1.82
Brittleness (g)	90.68±4.92 ^c	93.44±1.17 ^c	96.07±3.87 ^c	112.59±4.18 ^b	126.76±5.49 ^a

Samples are the same as Table 1.

Values are mean±SD.

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

NS: not significant.

Table 6. Sensory evaluation of bread with *Aster yomena* powder

	Levels of <i>Aster yomena</i> powder (%)				
	Control	AY0.5%	AY1.0%	AY1.5%	AY2.0%
Color	5.30±0.80 ^a	5.20±1.44 ^a	4.80±1.82 ^{ab}	4.40±1.39 ^{ab}	4.20±1.51 ^b
Flavor	4.20±1.71 ^{NS}	4.40±0.94	4.30±1.66	4.20±1.01	4.10±1.48
Texture	4.50±1.32 ^{NS}	4.50±1.32	4.60±1.05	4.40±1.05	3.90±1.48
Taste	4.50±1.67 ^a	4.90±1.07 ^a	4.50±1.61 ^{ab}	4.40±1.05 ^{ab}	3.80±1.51 ^b
Overall acceptance	4.70±1.46 ^a	4.80±0.89 ^a	4.30±1.72 ^{ab}	4.40±0.82 ^{ab}	3.70±1.46 ^b

Samples are the same as Table 1.

Values are mean±SD (n=20).

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

NS: not significant.

향과 맛에 대한 기호도가 높아졌으나, 전반적인 기호도는 스테비아잎 분말을 첨가하지 않은 식빵(6.99)과 1.5% 첨가한 식빵(6.95)이 비교적 좋은 평가를 받았다(10.42). 그러나 스테비아잎 분말은 1.5% 이하와 이상을 첨가하였을 때 4.95~5.98로 오히려 낮은 평가를 받았으며, 감잎 가루(12)는 대조구에 비해 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮은 평가를 받아 첨가 분말의 종류와 첨가량에 따라 다양한 기호도를 나타내어 각 원료에 따른 첨가량과 배합조건이 필요할 것으로 판단된다. 또한 썩부쟁이 분말 첨가 제빵은 기능성이 증가하므로 전반적인 관능 기호도를 높이기 위해서는 본 연구의 식빵제조 배합조건을 다양하게 조정한다면 나아가 다양한 제과제빵 개발을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

요 약

썩부쟁이는 국화과에 속하는 다년생 초본으로 독특한 향기가 있어 식욕을 촉진하는 것으로 알려져 산채나물로 이용되어 왔다. 산채나물은 항산화, 항암, 항염증 등 다양한 생리활성 효과로 기능성 식품으로의 관심이 높아져 다양한 소재로 이용되고 있다. 최근 썩부쟁이 에탄올 추출물이 간세포 내 지방축적 유전자 발현 억제 및 지방축적 억제 효과, 항비만 효능이 있는 것으로 보고되어 기능성 측면에서 활용 가치가 높다. 썩부쟁이에 대한 연구가 일부 보고되었으나 이를 활용한 가공연구는 전무하다. 본 연구는 우리밀 가루에 썩부쟁이 분말 첨가량을 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%로 달리하여 제조한 식빵의 품질 특성과 항산화 활성을 측정하였다. 그 결과 썩부쟁이 분말을 0.5~2.0% 첨가한 식빵은 대조구와 비교 시 외관, 향, 맛, 조직감, 전반적인 기호도면에서 통계 수치적으로 유의적인 차이가 없어 소비자에게 거부감 없는 제빵이 가능할 것으로 보인다. 또한 썩부쟁이 분말 함량이 증가할수록 총 폴리페놀 및 DPPH 라디칼 소거 등의 기능성이 증가하므로 기능성을 높인 제과제빵 및 면류 개발이 가능할 것으로 본다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 지역특화기술융복합연구지원사업(R0002043)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Tsugane S. 2005. Salt, salted food intake, and risk of gastric cancer: epidemiologic evidence. *Cancer Sci* 96: 1-6.
2. Sellmeyer DE, Schloetter M, Sebastian A. 2002. Potassium citrate prevents increased urine calcium excretion and bone resorption induced by a high sodium chloride diet. *J Clin Endocrinol Metab* 87: 2008-2012.
3. Kim MG, Kim KY, Nam HM, Hong NS, Lee YM. 2014. The relationship between lifestyle and sodium intake in Korean middle-aged workers. *J Korea Acad Industr Coop Soc* 15: 2923-2929.
4. Kim DW, Lee MS, Na BJ, Hong JY. 2013. Health-related dietary behaviors and lifestyle factors associated with sodium hyperingestion in Korean adults. *J Korea Acad Industr Coop Soc* 14: 3326-3337.
5. Lynch EJ, Dal Bello F, Sheehan EM, Cashman KD, Arendt EK. 2009. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. *Food Res Int* 42: 885-891.
6. Lee C, Kim D, Hong J, Koh E, Kang B, Kim JW, Park HK, Kim C. 2012. Cost-benefit analysis of sodium intake reduction policy in Korea. *Korean J Community Nutr* 17: 341-352.
7. Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
8. Kim H, Choi CR, Ham KS. 2007. Quality characteristics of white pan breads prepared with various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 72-80.
9. Kim MJ, An HL, Heo SJ, Lee KS. 2011. Quality characteristics of bread with the addition of various kinds of solar salt. *Korean J Culinary Res* 17: 191-203.
10. Choi SN, Joo MK, Chung NY. 2014. Quality characteristics of bread added with stevia leaf powder. *Korean J Food Cook Sci* 30: 419-427.
11. Park SH, Chang KH, Byun GI, Kang WW. 2009. Quality characteristics of bread made with flour partly substituted by lotus leaf powder. *Korean J Food Preserv* 16: 47-52.
12. Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 882-887.
13. Lee HJ, Baik JE, Joo N. 2014. Quality characteristics and storage stability of bread with *Allium hookeri* power. *Korean J Food & Nutr* 27: 318-329.
14. 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: 273-280.
15. Lee ES, Jeong YN, Moon YJ, Hong ST. 2014. Study on quality characteristics of pan bread containing blueberry fruit powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 621-630.
16. Yoon MH, Jo JE, Kim DM, Kim KH, Yook HS. 2010. Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) fruit powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1340-1345.
17. Shin JW, Shin GM. 2008. Quality of white pan bread as affected by various concentrations of *Corni fructus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 1007-1013.
18. Ministry of Food and Drug Safety. Food nutrition data base. <http://www.foodnara.go.kr/kisna/index.do?nMenuCode=3> (accessed Jun 2015).
19. Kang BH. 2008. *Korea herbal resources ecology pictorial book*. 2nd ed. Geo Book Press, Seoul, Korea. p 207.
20. Han YB. 2002. *Korea wild edible plant resource I*. Korea Univ. Press, Seoul, Korea. p 311.
21. Kim YM, Choi MS, Bae JH, Yu SO, Cho JY, Heo BG. 2009. Physiological activity of band-a, aster and lettuce greens by the different drying methods. *J Bio-Environment Control* 18: 60-66.
22. Jung BM, Lim SS, Park YJ, Bae SJ. 2005. Inhibitory effects on cell survival and quinone reductase induced activity of *Aster yomena* fractions on human cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 8-12.
23. Kim AR, Jin Q, Jin HG, Ko HJ, Woo ER. 2014. Phenolic

- compounds with IL-6 inhibitory activity from *Aster yomena*. *Arch Pharm Res* 37: 845-851.
24. Bae JS, Kim TH. 2009. Acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant properties of *Aster yomena* extract. *Kor J Herbolology* 24: 121-126.
 25. Lee HM, Yang G, Ahn TG, Kim MD, Nugroho A, Park HJ, Lee KT, Park W, An HJ. 2013. Antiadipogenic effects of *Aster glehni* extract: in vivo and in vitro effects. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013: 859624.
 26. AACC. 1983. *Approved method of the AACC*. 8th ed. American Association of Cereal Chemist, St. Paul, MN, USA. p 10-10A.
 27. Cho JY, Lee HH, Moon JH, Park KH. 2011. Physicochemical characterization and free radical-scavenging activity of non-fermented flower and fermented flower teas using *Camellia japonica* flower. *J Korea Tea Soc* 17: 48-55.
 28. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
 29. Lee JA. 2015. Quality characteristics of cookies added with *Aster yomena* powder. *Korean J Culinary Res* 21: 141-153.
 30. Ko SH, Bing DJ, Chun SS. 2013. Quality characteristics of white bread manufactured with *Shinan Seomcho* (*Spinacia oleracea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 766-773.
 31. Kim M, Lee EJ, Jin SY. 2014. Quality characteristics and antioxidant activities of bread added with *Cedrela sinensis* powder. *Korean J Food Culture* 29: 111-118.
 32. Chen H, Rubenthaler GL, Schanus EG. 1988. Effect of apple fiber and cellulose on the physical properties of wheat flour. *J Food Sci* 53: 304-305.
 33. Kim YA. 2005. Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 403-407.
 34. Bae JH, Bae MJ, Son EH, Jung IC, Kwon OJ, Woo HS, Kim KJ. 2008. *Bakery science*. Hyungsul, Seoul, Korea. p 93-109.
 35. Jeong HC, Yoo SS. 2010. Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 909-915.
 36. Roels SP, Cleemput G, Vandewalle X, Nys M, Delcour JA. 1993. Bread volume potential of variable-quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chem* 70: 318-323.
 37. Lee EJ, Ju HW, Lee KS. 2012. Quality characteristics of pan bread added with citrus mandarin peel powder. *Korean J Culinary Res* 18: 27-39.
 38. Hwang JK. 1996. Physicochemical properties of dietary fibers. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 715-719.
 39. Girhammar U, Nair BM. 1992. Isolation, separation and characterization of water soluble non-starch polysaccharides from wheat and rye. *Food Hydrocolloids* 6: 285-299.
 40. Lee HJ. 2005. Effect of resistant starches and non-starch polysaccharides on the characteristics of french bread. *MS Thesis*. Chonnam National University, Gwangju, Korea.
 41. Kang MY, Nam YJ. 1999. Studies on bread-making quality of colored rice (Suwon 415) flours. *Korean J Soc Food Sci* 15: 37-41.
 42. Jung IC. 2006. Rheological properties and sensory characteristics of white bread with added mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 332-343.