

## Blanched 섬초(시금치) 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성

†김 영 모

광주보건대학교 식품영양과 겸임조교수

### Quality Characteristics of White Bread Mixed with Blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) Powder

†Young-Mo Kim

Adjunct Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea

#### Abstract

This research is about the quality characteristics of white bread mixed with varying ratios of Seomcho powder, such as 1%, 3%, 5%, and 7% (*Spinacia oleracea* L.). The pH level of dough decreased as more Seomcho powder (*Spinacia oleracea* L.) was added, and 7% addition recorded the lowest pH. The fermentation power of dough expansion decreased as the additional ratio increased in both the first and second proofing, and it was negatively correlated to the fermentation time factor. The moisture content of bread decreased as the addition ratio increased. The bread volume became smaller as the addition ratio increased, but it correlated negatively with its specific volume. The color of the crumb, the lightness and redness decreased in comparison to the control, but the yellowness increased. The total amino acid contents increased as the addition ratio increased, and glutamic acid was positively correlated to the additional ratio. The total free amino acids increased as the additional ratio increased, but cysteine levels were high at 5% and 7% additional ratio. The textural characteristics of the bread, springiness and cohesiveness were lower than the control, but gumminess, brittleness, and hardness were higher than the control. The adhesiveness was realized at 7% additional ratio.

Key words: Seomcho (*Spinacia oleracea* L.), bread, texture, color, amino acids

#### 서 론

시금치(spinach, *Spinacia oleracea* L.)는 명아주과의 1~2년 생 초본으로 1,500년에 전래된 녹황색 엽채류의 일종에 속한다(Lee 등 2005). 아시아 서부가 원산지이고, 씨의 형태에 따라 유각종(var. *spinosa*)과 환종(var. *grobe*)으로 나누어지며, 유각종은 동양종 또는 재래종으로 겨울시금치라고 하고, 환종은 서양종으로 봄시금치라고 불린다. 시금치 100 g에는 비타민 A 2,600 IU, 비타민 B<sub>1</sub> 0.12 mg, 비타민 B<sub>2</sub> 0.03 mg, 비타민 C 100 mg 함유되어 있고(The Korean Soc of Food and Nutrition 2014), 성장기 아이들의 발육과 암 예방에 도움을 주는  $\beta$ -carotene, 칼슘, 빈혈예방에 좋은 철분은 당근, 고추와 비

교하였을 때 약 5배 정도 많다고 하였으며, 그 외 무기질과 변비예방에 도움을 주는 식이섬유가 풍부한 것으로 알려져 있고(Kim 등 1993), 항산화 등에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2005).

시금치에 대한 선행연구로는 시금치 엽록체의 광합성 전자전달 활성에 미치는 Cd<sup>2+</sup>의 저해 효과(Park & Chung 1994), 시금치, 양배추, 양파 추출물의 암세포 증식 억제 효과(Lee 등 2016), 시금치 추출물에 의한 뇌세포 사멸 보호 효과, 시금치 분말의 품질 안정성에 대한 살균처리의 영향(Kwon 등 1994), 신안 섬초(시금치)의 이화학적 특성(Na 등 2010), 내륙과 섬에서 재배되는 시금치의 식품성분 비교(Kang EA 2009), 데치기에 따른 시금치 잎의 변색(Lee AR 1992), 시금치 잎, 줄기

† Corresponding author: Young-Mo Kim, Adjunct Professor, Dept. of Food and Nutrition, Gwangju Health University, Gwangju 62287, Korea. Tel: +82-62-958-7596, Fax: +82-62-958-7591, E-mail: bliss0816@hanmail.net

의 위치에 따른 이화학적 특성, 시금치즙 첨가량에 따른 머핀의 항산화 및 품질 특성(Jiang SN 2014), 시금치 분말 및 농축액의 첨가 급여 수준이 난황 내 루테인 함량에 미치는 영향(Kang 등 2012), 신안 섬초 분말을 대체한 설기떡의 품질 특성(Ko 등 2014), 시금치 주스와 분말을 첨가한 설기떡의 기호도 및 품질특성(Ahn JH 2012) 등이 보고되었다.

기존 제과제빵에 식물성 부재료를 첨가한 선행연구로는 연근 분말 첨가가 식빵 반죽에 미치는 영향(Kim 등 2002), 썬부쟁이 분말 첨가 식빵의 품질 특성(Kim 등 2016), 양파분말 첨가가 식빵의 품질 특성에 미치는 영향(Chun 등 2001), 양파분말을 첨가한 빵반죽의 물리화학적 특성(Bae 등 2003b), 파프리카 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(Choi 등 2012), 브로콜리 분말을 첨가한 식빵의 품질 및 항산화 특성(Lee SH 2015), 양배추 분말 첨가가 제빵 적성에 미치는 영향(Lee SH 2010), 시금치 가루를 첨가한 발아현미쿠키의 최적화(Lee & Joo 2010), 신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질 특성(Ko 등 2013) 등과 같이 서구식의 식생활로 바뀔에 따라 쌀 위주의 식사에서 건강을 증시하는 기능성 빵에 대한 관심이 증가하고 있으며, 이에 따라 기능성 활용한 연구가 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 겨울철 단맛이 뛰어난 섬초 분말 1%, 3%, 5%, 7%를 첨가하였을 때, 반죽의 pH, 산도, 비용적, 부피, 굽기손실률, 색도, 조식감, 아미노산의 품질 특성을 연구하여 기초자료로 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

섬초는 전남 신안군 비금도 한산면에서 2018년 1월에 제공받아 사용하였고, 식빵제조에는 강력분(Samyang, Asan, Korea), 설탕(Samyang, Ulsan, Korea), 생이스트(Jenico, Pyeongtaek, Korea), 탈지분유(Seoulmilk, Yangju, Korea), 무염버터(Lotte food, Cheonan, Korea), 소금(Beksul, Shinan, Korea), 달걀(Gwangseong, Gwangju, Korea)을 구입하여 실험재료로 사용하였다.

### 2. 섬초 전처리

섬초는 깨끗한 물에 세척하여 데친 후 물기를 제거한 후 건조기(LD-918BH, Lequip, Hwaseong, Korea)를 이용하여 24 시간 동안 열풍건조한 후 분쇄기(HMF-326OS, Hanil, Sejong, Korea)를 이용하여 60 mesh 체로 친 후 분말로 사용하였다.

### 3. 식빵의 제조

섬초 분말을 첨가하여 제조한 식빵은 직접반죽법(Finny KF 1984)으로 제조하였으며, 배합표는 Table 1과 같다. 버터

**Table 1. Formula of white bread with different Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder addition amounts**

Ingredients	Seomcho powder (%)				
	0	1	3	5	7
Wheat flour	1,000	990	970	950	930
Seomcho powder	-	10	30	50	70
Butter	150	150	150	150	150
Sugar	100	100	100	100	100
Yeast	40	40	40	40	40
Defatted milk flour	20	20	20	20	20
Water	400	390	390	390	390
Egg	180	180	180	180	180
Salt	20	20	20	20	20

를 제외한 모든 재료를 믹서기(YSM-12, Young Song, Seoul, Korea)에 넣고 1단으로 재료를 혼합한 후, 클린업단계에서 버터를 넣어 최종단계까지 믹싱하여 발효실(Aeromat 1.08, Wachtel, Hilden, Germany)에서 60분간 1차 발효(건열 26°C, 습열 76%)를 하였다. 1차 발효가 끝난 후, 반죽을 160 g씩 분할하여 둥글리기 한 후 10분간 중간발효를 하였다. 성형한 반죽을 식빵팬에 팬닝하여 35분간 2차 발효(건열 36°C, 습열 86%)를 하였다. 오븐(THE PICCOLO II-3, Wachtel, Hilden, Germany)에서 윗불 190°C, 아랫불 160°C에서 30분간 구운 후 실온에서 30분간 방랭하였다.

### 4. 반죽의 pH 및 적정 산도 측정

반죽의 pH는 시료 10 g과 증류수 100 mL를 넣고 희석하여 혼탁액을 실온에서 30분간 방치시킨 후 상등액을 취하여 pH meter(F-71G, Horiba, Tokyo, Japan)로 측정하였고, 적정 산도는 시료에 증류수 10배를 혼합하여 phenolphthalein 지시약(OCI, Incheon, Korea) 2~3방울을 떨어뜨린 후 0.1N-NaOH(Duksan, Ansan, Korea)로 적정하였다. 종말점은 핑크색이 20~30초간 지속되는 지점으로 하였고, 소요된 NaOH의 양으로 측정하였다.

### 5. 반죽의 발효율

섬초 분말을 첨가한 반죽 10 g을 100 mL 매스실린더에 넣고 1차 발효조건 건열 26°C, 습열 76%와 2차 발효조건 건열 36°C, 습열 86%로 발효실(Aeromat 1.08, Wachtel, Germany)에서 올라온 반죽의 윗부분을 측정하였다.

### 6. 부피, 비용적, 굽기손실률

섬초 분말을 첨가한 식빵의 무게는 실온에서 방랭한 무게를 측정하였으며, 부피는 종자치환법(Campbell 등 1979)으로

구하였다. 비용적은 부피를 무게로 나누어서 계산하였다. 식빵의 굽기손실률은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 구하였다.

### 7. 식빵의 외관

식빵의 외관은 식빵과 카메라와의 거리를 고정된 다음, 디지털카메라(HDR-PJ50, Sony, Japan)로 촬영하였다.

### 8. 식빵의 수분 함량

식빵의 수분 함량은 AOAC(2000) 방법에 따라 분석하였다. 시료 1 g을 105°C 상압가열건조법으로 건조기(FO-600M, JEIO TECH, Daejeon, Korea)에서 건조 후 함량을 측정하여 평균값을 구하였다.

### 9. 식빵의 색도 측정

식빵의 색도는 방랭한 식빵을 6 cm의 두께로 절단한 후 식빵의 내부색과 껍질색을 구분하여 색차계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, L값(lightness), a값(red), b값(yellowness)을 측정하여 평균값을 구하였다.

### 10. 아미노산 분석

식빵의 구성 아미노산 분석은 Cohen & Michaud(1993)의 방법으로 시료 0.5 g을 시험관에 취하여 6N-HCl 10 mL를 넣은 후 110°C에서 24시간 가수분해시켜 얻은 액을 사용하여 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 유리 아미노산 분석은 Ohara와 Ariyosh(1979)의 방법으로 여과한 여액 10 mL에 sulfosalicylic acid 25 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 후 원심분리(50,000 rpm, 30 min)하여 단백질을 제거한 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 함량은 integrator에 의한 외부 표준법으로 계산하였으며, 분석조건 Table 2와 같다.

### 11. 식빵의 조직감 검사

식빵의 조직감 검사는 식빵을 구운 후 방랭한 식빵의 가장 자리를 자른 후 6×6×3 cm 크기로 잘라 rheo meter(Sun Rheometer Compac-100 II, Sun Scientific, Tokyo, Japan)로 mastication test와 hardness & rupture test로 측정하였다. 측정조건은 table speed 120 mm/min, load cell 10 kg, deformation 50%, prove size No.14 Φ50으로 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 겹성(gumminess), 부서짐성(brittleness), 경도(hardness)를 측정하여 평균값을 구하였다.

### 12. 통계처리

각 실험에서 얻은 결과의 통계처리는 SPSS(Statistics Package

**Table 2. HPLC condition for the analysis of amino acids**

Item	Condition
Instrument	1200 Series (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)
Detector	1200 Series FLD (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)
Column	AccQ-Tag <sup>TM</sup> (Waters Co, 3.9 mm I.D. × 150 mm L.)
Buffer solution	A: AccQ-Tag Eluent A(Acetate-phosphate buffer) B: AccQ-Tag Eluent B(100% Acetonitrile) C: Water
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	5 µL

for the Social Science, Ver. 19.0, IBM., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하였으며, 평균 및 표준편차로 표시하여 일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 한 후 Duncan's multiple range test를 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 반죽의 pH 및 산도

심초 분말을 첨가한 반죽의 pH 및 적정 산도는 Table 3과 같다. 반죽의 pH는 발효 전 단계에서 대조군이 6.01이며, 심초 분말 1% 첨가 5.89, 3% 첨가 5.82, 5% 첨가 5.59, 7% 첨가 5.58로 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으며, 7% 첨가에서 pH가 낮게 나타났다. 1차 발효에서는 대조군이 5.85이며, 1% 첨가 5.62, 3% 첨가 5.62, 5% 첨가 5.57, 7% 첨가 5.48로 나타났다. 2차 발효에서는 대조군이 5.59이고, 첨가량이 증가할수록 pH는 낮아졌으며, 1% 첨가 > 3% 첨가 > 5% 첨가 > 7% 첨가 순으로 나타났다. 발효하는 동안 첨가량이 증가함에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 발효 전 적정산도는 대조구에서 1.00 mL이며, 1%와 3% 첨가에서는 1.20 mL, 5% 첨가 1.10 mL, 7% 첨가 1.40 mL로 나타났다. 1차 발효에서는 대조구가 0.40 mL, 1% 첨가 0.60 mL로 첨가량이 증가할수록 적정산도는 높아졌으며, 1% 첨가와 3% 첨가에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ). 2차 발효에서는 대조구가 0.35 mL이며, 1% 첨가 0.59 mL, 3% 첨가 0.60 mL, 5% 첨가 0.70 mL, 7% 첨가에서 0.80 mL로 나타났다. 스트레이법으로 믹싱한 반죽의 pH는 6.02이며, 반죽 후의 pH는 감소한다고 보고하였으며, 빵 반죽에 사용되는 효모로 인하여 발효과정에서 생성되는 이산화탄소, 에탄올, 유기산 등으로 인하여 pH를 낮춘다고 하였다(Kim 등 2014). 본 연구결과에서도 반죽 후의 pH는 감소하는 걸로 나타났다.

**Table 3. pH and total titratable acidity (TTA) of dough with blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Component	Seomcho powder mixed ratio (%)					
	Control	1	3	5	7	
pH	Mixing	6.01±0.01 <sup>a1)2)</sup>	5.89±0.03 <sup>b</sup>	5.82±0.02 <sup>c</sup>	5.59±0.03 <sup>d</sup>	5.58±0.02 <sup>d</sup>
	First proofing	5.85±0.01 <sup>a</sup>	5.62±0.02 <sup>b</sup>	5.62±0.04 <sup>b</sup>	5.57±0.00 <sup>c</sup>	5.48±0.02 <sup>d</sup>
	Second proofing	5.59±0.01 <sup>a</sup>	5.54±0.02 <sup>b</sup>	5.50±0.01 <sup>c</sup>	5.45±0.00 <sup>d</sup>	5.39±0.01 <sup>c</sup>
TTA (mL)	Mixing	1.00±0.01 <sup>d</sup>	1.20±0.01 <sup>b</sup>	1.20±0.01 <sup>b</sup>	1.10±0.01 <sup>c</sup>	1.40±0.01 <sup>a</sup>
	First proofing	0.40±0.01 <sup>c</sup>	0.60±0.01 <sup>b</sup>	0.60±0.00 <sup>b</sup>	0.70±0.01 <sup>a</sup>	0.80±0.00 <sup>a</sup>
	Second proofing	0.35±0.05 <sup>d</sup>	0.59±0.01 <sup>b</sup>	0.60±0.00 <sup>b</sup>	0.70±0.01 <sup>a</sup>	0.80±0.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-d</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

## 2. 반죽의 발효 팽창력

섬초 분말을 첨가한 반죽의 발효 팽창력은 Table 4와 같다. 1차 발효 반죽의 팽창력은 대조구에 비하여 첨가량이 증가할수록 1% 첨가> 3% 첨가> 5% 첨가> 7% 첨가 순으로 낮아져 발효시간이 지날수록 발효 팽창력이 감소하는 경향을 나타내었다. 2차 발효 반죽의 팽창력도 대조군이 22.67로 높았으며, 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 3% 첨가와 5% 첨가에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 대조구의 경우 발효 팽창력은 높게 나타났으나, 섬초 분말의 첨가량에 따라 반죽의 발효시간이 지날수록 감소하는 경로 나타났다. 감잎 가루를 첨가한 연구(Bae 등 2001)에서도 첨가량이 증가할수록 반죽의 발효 팽창력은 감소하는 경향을 보였으며, 이는 첨가되는 부재료 첨가량에 따라 이스트 활성과 발효 팽창력에 상관관계가 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 첨가되는 부재료 섬초 분말의 양에 따라 이스트와 발효 팽창력에 영향을

주여 발효 팽창력이 감소하는 것으로 사료된다.

## 3. 식빵의 수분 함량

섬초 분말을 첨가한 식빵의 수분 함량의 결과는 Table 5와 같다. 비금도 섬초의 수분함량은 품종별로 조생종 87.15%, 중생종 84.87%, 만생종 83.55%, 중만생종 83.87%로 전체적으로 83.87~87.15%라고 하였다(Kang EA 2009). 채소의 계절별 영양성분 변화의 연구에서는 시금치의 수분함량이 봄에는 89.62%, 여름 93.04%, 가을 85.25%, 겨울 86.55%로 나타났으며, 식품영양학회(KNS)에서는 89.40%, 미국농무성(USDA) 91.40%라고 하였다(Kim 등 2014). 섬초 분말을 첨가한 식빵의 수분 함량은 대조구에 비하여 증가하였으며, 1%와 3% 첨가에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 또한, 1%와 3% 첨가에서 식빵의 수분함량이 높은 것으로 관찰할 수 있었다. 대조구에서 30.77%이며, 1% 첨가 33.78%, 3% 첨가 33.68%,

**Table 4. Fermentation power of dough expansion of white bread with blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Component	Seomcho powder mixed ratio (%)				
	Control	1	3	5	7
First proofing	14.97±0.03 <sup>a1)2)</sup>	7.97±0.06 <sup>b</sup>	6.50±0.00 <sup>c</sup>	5.03±0.06 <sup>d</sup>	4.00±0.00 <sup>e</sup>
Second proofing	22.67±0.58 <sup>a</sup>	18.33±0.29 <sup>b</sup>	15.50±0.00 <sup>c</sup>	15.00±0.00 <sup>c</sup>	9.00±0.00 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-e</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 5. Moisture contents and water activity of white bread with blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Component	Seomcho powder mixed ratio (%)				
	Control	1	3	5	7
Moisture (%)	30.77±0.10 <sup>d1)2)</sup>	33.78±0.06 <sup>a</sup>	33.68±0.16 <sup>a</sup>	33.41±0.13 <sup>b</sup>	32.96±0.07 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-d</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

5% 첨가 33.41%, 7% 첨가 32.96%로 나타났다. 흑미가루와 마늘 분말을 첨가한 식빵의 연구에서도 첨가량이 증가할수록 수분의 함량은 감소하는 경로 나타났다(Hong & Shin 2008; Kim YM 2018a). 본 연구결과에서도 첨가량이 증가할수록 수분의 함량이 감소하였으며, 수분의 함량이 감소함에 따라 Fig. 1과 같이 식빵의 부피도 낮아지는 걸 확인할 수 있었다.

#### 4. 식빵의 외관

섬초 분말을 첨가한 식빵의 외관은 Fig. 1과 같다. 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피는 감소하였다. 1% 첨가 식빵은 대조군과 비슷한 볼륨을 보였으나, 섬초 분말 첨가량이 증가함에 따라 작아짐을 관찰할 수 있었으며, 7% 첨가가 가장 낮게 나타났다. 첨가량이 증가할수록 식빵의 내부색도 진하게 나타났다. 식빵의 오븐스프링은 대조군 > 1% 첨가 > 3% 첨가 > 5% 첨가 > 7% 첨가 순으로 나타났다. Hong & Shin (2008)은 첨가되는 부재료의 양이 늘어날수록 부피에 영향을 준다고 하였으며, Kim YM(2018a)의 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 부피는 감소하였다. 또한, 식이섬유를 첨가하였을 때 gluten의 약화로 인하여 식빵의 부피를 감소시킨다고 하였다(Choi UK 2005). 본 연구에서도 섬초 분말 첨가

로 인하여 글루텐이 약화되어 식빵의 부피에 영향을 주는 것으로 사료된다.

#### 5. 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률

섬초 분말을 첨가한 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기 손실률은 Table 6과 같다. 반죽의 무게는 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ). 냉각한 후의 식빵의 무게는 5% 첨가, 7% 첨가에서 유의적인 차이를 나타내지 않았고( $p < 0.05$ ), 7% 첨가의 무게가 433.00 g으로 가장 높았다. 식빵의 부피는 첨가량이 증가할수록 낮아지기 시작하였으며, 7% 첨가에서 가장 낮게 나타났다. 제품의 비용적은 대조군이 4.62 mL/g으로 가장 높았으며, 1% 첨가 4.52 mL/g, 3% 첨가 4.30 mL/g, 5% 첨가 4.18 mL/g, 7% 첨가 4.01 mL/g으로 나타났다. 비용적은 첨가되는 부재료의 종류와 첨가되는 양에 따라 영향을 받으며, 비용적이 높을수록 발효과정에 도움을 주는 것으로 나타났다(Jung KT 2016). 굽기 손실률은 분말 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률도 낮아졌다. 7% 첨가가 굽기 손실률이 가장 낮게 나타났다. 사과전립분과 시금치 분말을 첨가한 연구에서도 식빵의 부피는 비용적이 높을수록 제품의 부피가 높게 나타났다(Ko 등 2013; Kim YM 2018b). 본 연구결과



Fig. 1. Photographs of white bread with different blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations.

Table 6. Specific volume and baking loss of white bread with blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations

Items	Seomcho powder mixed ratio (%)				
	Control	1	3	5	7
Dough weight (g)	449.33±1.15 <sup>a1)2)</sup>	450.67±3.06 <sup>a</sup>	447.67±1.15 <sup>a</sup>	451.67±1.15 <sup>a</sup>	451.00±3.61 <sup>a</sup>
Bread weight (g)	423.33±2.08 <sup>b</sup>	423.67±2.52 <sup>b</sup>	423.00±1.00 <sup>b</sup>	429.67±1.53 <sup>a</sup>	433.00±3.00 <sup>a</sup>
Bread volume (ml)	2,073.38±0.00 <sup>a</sup>	2,040.20±0.01 <sup>b</sup>	1,924.09±0.01 <sup>c</sup>	1,890.92±0.00 <sup>d</sup>	1,807.98±0.00 <sup>c</sup>
Specific volume (mL/g)	4.62±0.01 <sup>a</sup>	4.52±0.03 <sup>b</sup>	4.30±0.01 <sup>c</sup>	4.18±0.01 <sup>d</sup>	4.01±0.04 <sup>e</sup>
Baking loss (%)	5.79±0.24 <sup>ab</sup>	5.99±0.20 <sup>a</sup>	5.51±0.12 <sup>b</sup>	4.87±0.22 <sup>c</sup>	3.99±0.20 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-e</sup>) are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

에서도 비용적이 높을수록 부피는 높았으며, 낮을수록 식빵의 부피는 감소하는 경로 나타났다.

## 6. 식빵의 색도

섬초 분말을 첨가한 식빵의 색도는 Table 7과 같다. 식빵 내부색의 경우, 명도는 대조구가 84.09이며, 1% 첨가 79.43, 3% 첨가 71.35, 5% 첨가 65.18, 7% 첨가 63.24로 나타났다. 첨가량이 증가할수록 명도는 낮아지기 시작하였으며, 전체적으로 16점 이상 감소하였다. 1% 첨가에서 가장 높았으며, 7% 첨가에서 낮게 나타났다. 적색도는 대조구가 -0.24, 1% 첨가 -2.57, 3% 첨가 -3.56, 5% 첨가 -4.05, 7% 첨가 -4.67로 나타났으며, 전체적으로 2점 이상 감소하였다. 황색도는 대조구가 16.84, 1% 첨가 24.78, 3% 첨가 26.17, 5% 첨가 26.22, 7% 첨가 26.31로 나타났다. 첨가량이 증가할수록 황색도는 증가하였다. 식빵 껍질색의 경우, 명도는 대조구가 77.94, 1% 첨가 76.33, 3% 첨가 69.26, 5% 첨가 65.67, 7% 첨가 59.11로 나타났다. 적색도는 대조구 8.90, 1% 첨가 -0.44, 3% 첨가

-0.02, 5% 첨가 -2.38, 7% 첨가 -1.65로 나타났다. 황색도는 명도가 31.34, 1% 첨가 26.78, 3% 첨가 26.76, 5% 첨가 28.31, 7% 첨가 27.72로 나타났다. Ko 등(2013)의 연구에서도 식빵 내부색의 경우, 본 연구결과와 같이 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 감소하였으며, 황색도는 증가하는 경로 나타났다. 양파분말(Bae 등 2003a), 클로렐라(Jeong 등 2006)를 첨가한 식빵의 연구에서도 본 연구결과와 같이 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 감소하였고, 황색도는 증가하는 경로 나타났다.

## 7. 식빵의 구성아미노산 분석

섬초 분말을 첨가한 아미노산 분석결과는 Table 8과 같다. 구성아미노산은 총 16종의 아미노산이 검출되었다. 대조구는 glutamic acid가 1,453.26 mg%으로 높게 나타났으며, leucine 700.29 mg%, lysine 695.35 mg%, aspartic acid 677.14 mg% 순으로 나타났으며, methionine 166.32 mg%로 낮게 나타났다. 1% 첨가에서는 glutamic acid 2,497.27 mg%, leucine 661.22 mg%,

**Table 7. Hunter's color value of white bread with different blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Hunter value	Seomcho powder mixed ratio (%)					
	Control	1	3	5	7	
Crumb	L	84.09±0.05 <sup>a1)2)</sup>	79.43±0.03 <sup>b</sup>	71.35±0.04 <sup>c</sup>	65.18±0.10 <sup>d</sup>	63.24±0.02 <sup>e</sup>
	a	-0.24±0.02 <sup>a</sup>	-2.57±0.02 <sup>b</sup>	-3.56±0.01 <sup>c</sup>	-4.05±0.01 <sup>d</sup>	-4.67±0.05 <sup>e</sup>
	b	16.84±0.00 <sup>d</sup>	24.78±0.03 <sup>e</sup>	26.17±0.07 <sup>b</sup>	26.22±0.08 <sup>ab</sup>	26.31±0.04 <sup>a</sup>
Crust	L	77.94±0.00 <sup>a</sup>	76.33±0.01 <sup>b</sup>	69.26±0.01 <sup>c</sup>	65.67±0.01 <sup>d</sup>	59.11±0.03 <sup>e</sup>
	a	8.90±0.01 <sup>a</sup>	-0.44±0.02 <sup>e</sup>	-0.02±0.05 <sup>b</sup>	-2.38±0.01 <sup>e</sup>	-1.65±0.01 <sup>d</sup>
	b	31.34±0.02 <sup>a</sup>	26.78±0.02 <sup>d</sup>	26.76±0.04 <sup>d</sup>	28.31±0.01 <sup>b</sup>	27.72±0.01 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-c</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

**Table 8. The total amino acids content of white bread with different blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Amino acid	Content (mg%)				
	Control	1	3	5	7
Aspartic acid	677.14±25.99 <sup>a4)</sup>	373.01±8.87 <sup>d</sup>	403.90±22.49 <sup>cd</sup>	421.54±18.32 <sup>c</sup>	476.31±16.02 <sup>b</sup>
Glutamic acid	1,453.26±56.11 <sup>b</sup>	2,497.27±94.86 <sup>a</sup>	2,584.29±95.12 <sup>a</sup>	2,609.17±95.19 <sup>a</sup>	2,665.21±95.00 <sup>a</sup>
Serine	449.66±17.57 <sup>b</sup>	502.41±22.17 <sup>a</sup>	506.50±25.04 <sup>a</sup>	514.32±21.86 <sup>a</sup>	526.11±20.00 <sup>a</sup>
Histidine	368.76±9.87 <sup>a</sup>	285.53±7.90 <sup>b</sup>	284.36±8.10 <sup>b</sup>	292.26±8.88 <sup>b</sup>	295.29±7.68 <sup>b</sup>
Glycine	545.07±21.99 <sup>a</sup>	326.68±10.92 <sup>c</sup>	332.18±12.13 <sup>bc</sup>	334.43±9.10 <sup>bc</sup>	354.21±9.14 <sup>b</sup>
Threonine	446.23±15.88 <sup>a</sup>	314.29±6.98 <sup>b</sup>	331.54±8.14 <sup>b</sup>	339.21±8.91 <sup>b</sup>	341.01±7.64 <sup>b</sup>
Arginine	644.21±19.89 <sup>a</sup>	344.22±8.10 <sup>c</sup>	375.67±7.66 <sup>b</sup>	377.48±7.29 <sup>b</sup>	388.38±8.13 <sup>b</sup>
Alanine	444.08±15.98 <sup>a</sup>	301.03±7.96 <sup>b</sup>	301.30±7.79 <sup>b</sup>	307.35±8.00 <sup>b</sup>	303.29±8.00 <sup>b</sup>
Tyrosine	290.12±7.89 <sup>a</sup>	246.13±7.99 <sup>b</sup>	248.28±7.95 <sup>b</sup>	248.02±8.00 <sup>b</sup>	248.16±8.01 <sup>b</sup>

Table 8. Continued

Amino acid	Content (mg%)				
	Seomcho powder mixed ratio (%)				
	Control	1	3	5	7
Cystine	239.40±7.90 <sup>d</sup>	342.91±11.53 <sup>b</sup>	306.39±11.13 <sup>c</sup>	375.20±10.88 <sup>a</sup>	361.35±11.01 <sup>ab</sup>
Valine	518.78±20.93 <sup>a</sup>	413.25±13.01 <sup>c</sup>	452.22±13.00 <sup>b</sup>	464.21±12.99 <sup>b</sup>	447.32±12.02 <sup>b</sup>
Methionine	166.32±4.13 <sup>d</sup>	268.11±8.01 <sup>bc</sup>	279.60±7.58 <sup>b</sup>	255.49±7.81 <sup>c</sup>	385.53±12.51 <sup>a</sup>
Phenylalanine	456.13±16.03 <sup>b</sup>	498.22±17.99 <sup>a</sup>	498.06±18.01 <sup>a</sup>	513.08±20.92 <sup>a</sup>	488.26±21.14 <sup>ab</sup>
Isoleucine	403.10±15.89 <sup>a</sup>	395.18±13.10 <sup>a</sup>	397.03±13.01 <sup>a</sup>	402.01±12.99 <sup>a</sup>	410.30±13.19 <sup>a</sup>
Leucine	700.29±27.97 <sup>a</sup>	661.22±26.10 <sup>a</sup>	666.83±23.53 <sup>a</sup>	665.24±20.11 <sup>a</sup>	672.60±19.56 <sup>a</sup>
Lysine	695.35±24.84 <sup>a</sup>	350.21±13.01 <sup>b</sup>	354.20±12.94 <sup>b</sup>	351.98±12.52 <sup>b</sup>	361.48±12.81 <sup>b</sup>
TAA <sup>1)</sup>	8,497.9	8,119.67	8,322.35	8,470.99	8,724.81
EAA <sup>2)</sup>	3,754.96	3,186.01	3,263.84	3,283.48	3,401.79
EAA/TAA (%) <sup>3)</sup>	44.19	39.24	39.22	38.76	38.99

<sup>1)</sup> TAA, total amino acid.

<sup>2)</sup> EAA, essential amino acid (Thr.+Val.+Met.+Iso.+Leu.+His.+Lys.+Phe.).

<sup>3)</sup> EAA/TAA (%), essential amino acid/total amino acid.

<sup>4)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-d</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

serine 502.41 mg%, phenylalanine 498.22 mg% 순으로 나타났으며, 3% 첨가에서는 glutamic acid 2,584.29 mg%, leucine 666.83 mg%, serine 506.50 mg%, phenylalanine 498.06 mg%, valine 452.22 mg% 순으로 나타났다. 5% 첨가에서는 glutamic acid 2,609.17 mg%, leucine 665.24 mg%, serine 514.32 mg%, phenylalanine 513.08 mg%, valine 464.21 mg% 순으로 나타났으며, 7% 첨가에서는 glutamic acid 2,665.21 mg%, leucine 672.60 mg%, serine 526.11 mg%, phenylalanine 488.26 mg%, aspartic acid 476.31 mg% 순으로 나타났다. 모든 첨가구에서 glutamic acid가 높게 나타났다. 총 구성아미노산 함량은 분말의 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 7% 첨가> 5% 첨가> 3% 첨가> 1% 첨가 순으로 나타났다. 필수아미노산 함량은 대조구 3,754.96 mg%, 1% 첨가 3,186.01 mg%, 3% 첨가 3,263.84 mg%, 5% 첨가 3,283.48 mg%, 7% 첨가 3,401.79 mg%이며, 7% 첨가> 5% 첨가> 3% 첨가> 1% 첨가 순으로 나타났다. 총 비율은 대조구가 44.19%, 1% 첨가 39.24%, 3% 첨가 39.22%, 5% 첨가 38.76%, 7% 첨가 38.99%로 나타났다. 감칠맛을 주는 아미노산 glutamic acid가 가장 높았으며, isoleucine, leucine은 전체적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.05$ ). 표고버섯 분말과 갈색겨저리 분말을 이용한 연구에서도 구성아미노산은 glutamic acid가 가장 높게 나타났으며, leucine 순으로 본 연구결과와 같았다(Cha 등 2004; Kim YM 2017).

## 8. 식빵의 유리아미노산 분석

섬초 분말을 첨가한 유리 아미노산 분석결과는 Table 9

와 같다. 유리아미노산도 총 16종이 검출되었으며, 대조구는 arginine이 435.16 mg%로 높았으며, glutamic acid이 253.41 mg%, aspartic acid 186.17 mg%, histidine 84.15 mg%로 나타났다. 1% 첨가에서는 glutamic acid가 185.30 mg%, aspartic acid 107.36 mg%, arginine 103.34 mg%, cystine 100.83 mg% 순으로 나타났으며, phenylalanine 19.33 mg%로 가장 낮게 나타났다. 3% 첨가에서는 cystine 219.32 mg%, glutamic acid 187.35 mg%, arginine 112.81 mg%, aspartic acid 111.49 mg% 순으로 나타났다. 5% 첨가에서는 cystine 452.08 mg%로 가장 높았으며, histidine 36.44 mg%로 낮게 나타났다. 7% 첨가에서는 cystine 452.28 mg%, glutamic acid 267.59 mg%, aspartic acid 156.81 mg%, arginine 118.41 mg% 순으로 나타났다. 총 유리아미노산 함량과 필수아미노산 함량은 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 7% 첨가가 가장 높게 나타났다. 총 비율은 대조구가 24.81%, 1% 첨가 25.14%, 3% 첨가 23.34%, 5% 첨가 29.32%, 7% 첨가 28.54%로 나타났다. 유리아미노산은 식품의 맛 등에 영향을 주는 아미노산으로 감칠맛 aspartic acid, glutamic acid과 단맛 alanine, threonine, 쓴맛 arginine, methionine에 영향을 주는 아미노산으로 보고되었으며(Tseng 등 2005), Rubenthaler 등(1963)은 aspartic acid, glutamic acid는 식빵의 부피를 올려주고 lysine은 부피가 감소한다고 보고하였다. 유리아미노산 aspartic acid, glutamic acid 함량을 비교해볼 때 첨가량이 증가할수록 높아졌으나, 식빵의 부피는 감소하였다. 유리아미노산에서는 식빵의 부피에는 영향을 주지 않은 것으로 보이며, 첨가되는 섬초 분말의 양이 증가할수록 부피에

**Table 9. The free amino acids content of white bread with different blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Amino acid	Content (mg%)				
	Seomcho powder mixed ratio (%)				
	Control	1	3	5	7
Aspartic acid	186.17±7.10 <sup>a4)</sup>	107.36±4.05 <sup>d</sup>	111.49±4.58 <sup>c</sup>	120.44±5.21 <sup>c</sup>	156.81±5.48 <sup>b</sup>
Glutamic acid	253.41±185.30 <sup>b</sup>	185.30±5.87 <sup>d</sup>	187.35±7.00 <sup>d</sup>	206.46±6.62 <sup>c</sup>	267.59±7.78 <sup>a</sup>
Serine	52.38±1.96 <sup>a</sup>	24.30±0.43 <sup>e</sup>	28.45±0.44 <sup>d</sup>	38.75±0.83 <sup>c</sup>	46.54±1.30 <sup>b</sup>
Histidine	84.15±3.11 <sup>a</sup>	25.41±0.34 <sup>d</sup>	24.21±0.18 <sup>d</sup>	36.44±1.32 <sup>c</sup>	50.99±2.48 <sup>b</sup>
Glycine	10.34±0.47 <sup>e</sup>	24.34±0.41 <sup>d</sup>	32.31±1.11 <sup>c</sup>	49.45±0.92 <sup>a</sup>	45.37±1.20 <sup>b</sup>
Threonine	30.21±0.10 <sup>c</sup>	22.05±0.18 <sup>e</sup>	24.18±0.21 <sup>d</sup>	45.66±0.77 <sup>b</sup>	52.52±2.11 <sup>a</sup>
Arginine	435.16±16.01 <sup>a</sup>	103.34±3.97 <sup>b</sup>	112.81±4.28 <sup>b</sup>	115.83±10.33 <sup>b</sup>	118.41±5.22 <sup>b</sup>
Alanine	41.12±.91 <sup>d</sup>	55.52±2.14 <sup>c</sup>	66.08±3.11 <sup>b</sup>	62.48±2.02 <sup>b</sup>	73.26±2.13 <sup>a</sup>
Tyrosine	33.32±1.31 <sup>c</sup>	20.44±0.44 <sup>d</sup>	33.22±0.77 <sup>c</sup>	49.41±1.00 <sup>b</sup>	66.36±2.23 <sup>a</sup>
Cystine	38.60±0.99 <sup>d</sup>	100.83±4.74 <sup>c</sup>	219.32±7.24 <sup>b</sup>	452.08±15.98 <sup>a</sup>	452.28±15.88 <sup>a</sup>
Valine	51.55±2.14 <sup>b</sup>	34.25±1.21 <sup>c</sup>	36.30±1.12 <sup>c</sup>	64.25±2.02 <sup>a</sup>	63.58±2.30 <sup>a</sup>
Methionine	36.74±1.20 <sup>b</sup>	33.59±0.90 <sup>c</sup>	38.46±1.06 <sup>b</sup>	56.42±2.14 <sup>a</sup>	57.35±1.95 <sup>a</sup>
Phenylalanine	29.35±0.48 <sup>c</sup>	19.33±0.36 <sup>d</sup>	31.49±1.14 <sup>c</sup>	67.40±2.02 <sup>a</sup>	54.47±2.26 <sup>b</sup>
Isoleucine	36.18±1.23 <sup>c</sup>	21.19±0.31 <sup>e</sup>	28.30±0.26 <sup>d</sup>	57.23±2.11 <sup>a</sup>	50.36±2.23 <sup>b</sup>
Leucine	56.19±2.23 <sup>c</sup>	27.53±0.44 <sup>d</sup>	29.34±0.50 <sup>d</sup>	62.47±2.14 <sup>b</sup>	78.33±1.98 <sup>a</sup>
Lysine	22.33±0.29 <sup>d</sup>	25.39±0.41 <sup>d</sup>	28.53±0.10 <sup>c</sup>	64.36±2.07 <sup>b</sup>	82.27±3.21 <sup>a</sup>
TAA <sup>1)</sup>	1,397.2	830.17	1,031.84	1,549.13	1,716.49
EAA <sup>2)</sup>	346.7	208.74	240.81	454.23	489.87
EAA/TAA (%) <sup>3)</sup>	24.81	25.14	23.34	29.32	28.54

<sup>1)</sup> TAA, total amino acid.

<sup>2)</sup> EAA, essential amino acid (Thr.+Val.+Met.+Iso.+Leu.+His.+Lys.+Phe.).

<sup>3)</sup> EAA/TAA (%), essential amino acid/total amino acid.

<sup>4)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-d</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

영향을 준 것으로 보여진다. 본 연구결과와 같이 Lee 등(2009)의 연구에서도 glutamic acid 함량이 높았으나, 식빵의 부피는 감소하였다고 하였다.

### 9. 식빵의 조직감

섬초 분말을 첨가하여 제조한 식빵의 조직감은 Table 10과 같다. 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(gumminess), 부서짐성(brittleness), 부착성(adhesiveness), 경도(hardness)를 측정하였다. 탄력성은 대조구가 91.13%이며, 1% 첨가 87.11%, 3% 첨가 88.15%, 5% 첨가 79.95%, 7% 첨가 66.15%로 첨가량이 증가할수록 대조구에 비하여 감소하였다. 대조구와 1% 첨가, 3% 첨가, 5% 첨가에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p<0.05$ ). 응집성도 첨가량이 증가할수록 대조구에 비하여 감소하였으며, 7% 첨가가 49.56%로 낮게 나타났다. 또한, 7% 첨가에서 응집성의 차이가 났다. 씹힘

성과 부서짐성은 대조구에 비하여 높게 나타났으며, 부서짐성에서는 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p<0.05$ ). 부착성도 대조구, 1% 첨가, 3% 첨가, 5% 첨가, 7% 첨가에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며( $p<0.05$ ), 7% 첨가에서 -3.33 g으로 나타났다. 경도는 대조구에 비하여 높게 나타났다. 1% 첨가와 3% 첨가에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다( $p<0.05$ ). 조직감은 첨가재료의 종류에 따라 달라지는 경향이 있다고 하였다(Kim YS 1998).

### 요약 및 결론

본 연구는 섬초 분말 1%, 3%, 5%, 7% 첨가비율에 따른 식빵의 품질 특성을 연구하였다. 반죽의 pH는 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며, 7% 첨가에서 낮게 나타났다. 반죽의 발효 팽창력은 1차 발효와 2차 발효에서 첨가량이 증가할수록 낮



**Table 10. Textural characteristics of white bread with different blanched Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations**

Items	Seomcho powder mixed ratio (%)				
	Control	1	3	5	7
Springiness (%)	91.13±1.18 <sup>a1)2)</sup>	87.11±2.10 <sup>a</sup>	88.15±1.58 <sup>a</sup>	79.95±8.22 <sup>a</sup>	66.15±13.93 <sup>b</sup>
Cohesiveness (%)	72.09±1.81 <sup>a</sup>	67.92±2.95 <sup>a</sup>	67.99±4.97 <sup>a</sup>	62.16±5.23 <sup>a</sup>	49.56±9.02 <sup>b</sup>
Gummines (g)	330.06±46.55 <sup>b</sup>	340.95±18.42 <sup>b</sup>	592.12±146.17 <sup>a</sup>	497.56±130.67 <sup>ab</sup>	540.35±190.32 <sup>ab</sup>
Brittleness (g)	268.38±21.08 <sup>a</sup>	297.12±22.17 <sup>a</sup>	523.22±138.14 <sup>a</sup>	404.97±139.20 <sup>a</sup>	374.20±211.66 <sup>a</sup>
Adhesiveness (g)	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	-3.33±5.77 <sup>a</sup>
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	1.39±0.03 <sup>b</sup>	7.18±0.60 <sup>a</sup>	8.69±0.30 <sup>a</sup>	5.40±3.45 <sup>ab</sup>	5.60±3.87 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup> Each value represents the mean±S.D. of three determinations (n=3).

<sup>2)</sup> Mean with different superscripts in the same row (<sup>a-b</sup>) are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

아졌으며, 첨가량에 따라 반죽의 발효시간이 지날수록 감소하는 것으로 나타났다. 식빵의 수분함량은 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며, 식빵의 부피는 1% 첨가 > 3% 첨가 > 5% 첨가 > 7% 첨가 순으로 나타났다. 비용적은 첨가량이 증가할수록 제품의 부피는 낮게 나타났으며, 비용적이 낮을수록 부피는 감소하였다. 내부색도는 첨가량이 증가할수록 명도, 적색도는 감소하였으며, 황색도는 증가하는 걸로 나타났다. 총 구성아미노산 함량은 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으며, glutamic acid가 높게 나타났다. 총 유리아미노산 함량은 첨가량이 증가할수록 높게 나타났으며, 5% 첨가와 7% 첨가에서 cystine이 가장 높게 나타났다. 식빵의 조직감은 대조구에 비하여 탄력성과 응집성이 낮게 나타났으며, 씹힘성, 부서짐성, 경도는 대조구에 비하여 높게 나타났다. 부착성은 7% 첨가에서 나타났다.

## References

- Ahn JH. 2012. Study on preference and quality characteristics of sulgidduk with spinach juice and powder. MS Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup>ed. Association of Official Analytical Chemists
- 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
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003a. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35:1124-1128
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003b. Physicochemical properties of onion powder added wheat flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 35:436-441
- Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM. 1979. The Experimental Study of Food Houghton Mifflin
- Cha WS, Lee MY, Cho BS, Park SY. 2004. A study on the composition of seasoning using *Lentinus edodes*. *Korean J Life Sci* 14:829-833
- Choi SN, Kim HJ, Chung NY. 2012. Quality characteristics of bread added with paprika powder. *Korean J Food Cook Sci* 28:839-846
- Choi UK. 2005. Effect of barley bran flour addition on the quality of bread. *Korean J Food Sci Technol* 37:746-750
- Chun SS, Park JR, Cho YS, Kim MY, Kim RY, Kim KO. 2001. Effect of onion powder addition on the quality of white bread. *Korean J Food Nutr* 14:346-354
- Cohen SA, Michaud DP. 1993. Synthesis of a fluorescent derivatizing reagent, 6-aminoquinoly-N-hydroxysuccinimidyl carbamate, and its application for the analysis of hydrolysate amino acid via high-performance liquid chromatography. *Anal Biochem* 211:279-287
- Finny KF. 1984. An optimized straight dough bread making method after 44 years. *Cereal Chem* 61:20-26
- Hong SY, Shin GM. 2008. Quality characteristics of white pan bread with garlic powder. *Korean J Food Nutr* 21:485-491
- Jeong CH, Cho HJ, Shim KH. 2006. Quality characteristics of the white bread added with chlorella powder. *Korean J Food Preserv* 13:465-471
- Jiang SN. 2014. Antioxidant activities and quality characteristics of muffin made with different levels of spinach juice. MS Thesis, Hanyang Univ. Seoul. Korea
- Jung KT. 2016. Physicochemical properties of sourdough bread using *Ficus carica* L. MS Thesis, Hansung Univ. Seoul. Korea

- Kang EA. 2009. Comparative study on food components of spinach growing in inland and island. MS Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea
- Kang GH, Kim SH, Kim JH, Kang HK, Kim DW, Na JC, Suh OS, Cho SH, Seong PN, Park BY, Jang AR, Kang SM, Kim DH. 2012. Effect of dietary supplementation levels of spinach powder and extract on lutein content in egg yolk. *Korean J Poult Sci* 39:39-43
- Kim NY, Yoon SJ, Jang MS. 1993. Effect of blanching on the chemical properties of different kind of spinach. *Korean J Food Cook Sci* 9:204-209
- Kim YJ, Jeong JS, Kim EH, Son BG, Go GB. 2016. Quality of white bread containing *Aster yomena* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:91-99
- Kim YJ, Lee JH, Chung KC, Lee SK. 2014. Effect of trehalose on rheological properties of bread flour dough. *Korean J Food Sci Technol* 46:341-346
- Kim YM. 2017. Quality characteristics of white bread with hot air-dried *Tenebrio molitor* larvae linne power. *Korean J Food Cook Sci* 33:513-522
- Kim YM. 2018a. Proximate composition and quality characteristics of bread with black rice flour. *Korean J Food Nutr* 31: 94-103
- Kim YM. 2018b. Quality characteristics of sourdough bread with apple whole wheat flour sour starter. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:468-475
- Kim YS, Chun SS, Tae JS, Kim RY. 2002. Effects of lotus root powder on the quality of dough. *Korean J Food Cook Sci* 18:573-578
- Kim YS. 1998. Quality of wet noodle prepared with wheat flour and mushroom powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1373-1380
- 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
- Ko SH, Choi KS, Park JR, Bing DJ, Chun SS. 2014. Quality characteristics of Sulgidduk added with *Shinan Seomcho* (*Spinacia oleracea* L.) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1075-1080
- Kwon JH, Byun MW, Cho HO, Choi JU. 1994. Quality stability of spinach powder as influenced by microbial decontamination treatment. *Korean J Food Sci Technol* 26:167-171
- Lee AR. 1992. Changes in color of spinach leaves by blanching. *Korean J Food Cook Sci* 8:15-20
- Lee HJ, Joo NM. 2010. Optimization of germinated brown rice cookie with added spinach powder. *Korean J Food Cook Sci* 26:707-716
- Lee HN, Shin SA, Choo GS, Kim HJ, Park YS, Kim SK, Jung JY. 2016. Inhibitory effects of spinach, cabbage, and onion extracts on growth of cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:671-679
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ. 2009. Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* power. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:757-765
- Lee MH, Han JS, Kozukue N, Minamide T. 2005. Physicochemical characteristics of commercial spinach produced in autumn. *J East Asian Soc Diet Life* 15:306-314
- Lee SH. 2010. Effect of cabbage powder on baking properties of white breads. *Korean J Food Preserv* 17:674-680
- Lee SH. 2015. Quality and antioxidant properties of white breads enhanced with broccoli (*Brassica oleracea* L.) powder. *Korean J Food Cook Sci* 31:614-622
- Lee YA, Kim HY, Cho EJ. 2005. Comparison of methanol extracts from vegetables on antioxidative effect under *in vitro* and cell system. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:1151-1156
- Na HS, Kim JY, Mun H, Choi GC, Jeong SH, Cho JY, Ma SJ. 2010. Physicochemical properties of *Shinan Seomcho* (*Spinacia oleracea* L.). *Korean J Food Preserv* 17:652-658
- Ohara I, Ariyoshi S. 1979. Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. *Agric Biol Chem* 43:1473-1478
- Park KE, Chung HS. 1994. Inhibitory effect of Cd<sup>2+</sup> on photosynthetic electron transport activity in isolated spinach chloroplasts. *J Plant Biol* 37:231-236
- Rubenthaler G, Pomeranz Y, Finney KF. 1963. Effects of sugars and certain free amino acids on bread characteristics. *Cereal Chem* 40:658-665
- The Korean Society of Food and Nutrition. 2014. Dictionary of Food and Nutrition. Korean Dictionary Research Publishing
- Tseng YH, Lee YL, Li RC, Mau JL. 2005. Non-volatile flavour components of *Ganoderma tsugae*. *Food Chem* 90:409-415

Received 06 November, 2018

Revised 29 November, 2018

Accepted 04 December, 2018