

노지재배 비금도 섬초(시금치) 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성

†김 영 모 · 윤 용 철*

광주여자대학교 산학협력단 조교수, *그랑팔레 대표

Quality Characteristics of Bread with Outdoor Cultivated Bigeumdo Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) Powder

†Young-Mo Kim and Yong-Chul Yun*

Assistant Professor, Industry Academic Collaboration Foundation, Gwangju Women's University, Gwangju 62396, Korea

*President, Grand Palais, Gwangju 62345, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate the quality characteristics of bread made with 1%, 3%, 5%, and 7% of Bigeumdo Seomcho powder (*Spinacia oleracea* L.). The pH of dough and bread decreased as the amount of addition increased; 7% indicated the lowest. The moisture level correlated negatively with the powder addition, but the difference was not statistically meaningful ($p < 0.05$). As the amount of addition was increased, the intensity of color increased but the volume decreased. The brightness and redness of the bread decreased as the amount of addition increased. The volume, specific volume, and baking loss rate correlated negatively with the powder addition. Regarding springiness, cohesiveness, and gumminess, the experiment group was higher than the control group and they lowered as the addition amount increased. The brittleness showed positive correlation with the addition amount. Out of the amino acids of bread, glutamic acid showed the highest value as the amount of addition was increased. Overall, it is possible to produce bakery bread using functional ingredients.

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

서 론

엽채류인 시금치는 다른 채소보다 비타민, 칼슘 등이 많이 함유되어 있는 알칼리성 채소로서 명아주과에 속하는 자웅이 주의 1~2년생 식물이다. 영어로는 spinach, 프랑스어로는 epinard로 불리우며, 학명은 *Spinacia oleracea* L.이다. 시금치의 원산지는 중앙아시아 지역으로 알려져 있으며, 동양에서는 7세기에 페르시아에서 중국에 전래되었다가 우리나라에는 1500년대에 전해진 것으로 알려져 있다(Lee 등 2005; Kang EA 2009).

일반적으로 시금치 재배는 육지와 섬으로 구분할 수 있는데 섬에서 재배되는 시금치는 전남 비금도에서 재배되는 비금 섬초가 있다. 신안 비금 섬초는 재래종으로 추운 한겨울 추위를 견디느라 땅에 붙어서 자라게 되고 한가운데는 노란

색을 띄는게 특징이다. 그래서 다른 지역 시금치와 비교하였을 때 단맛이 좋다고 알려져 있다(Na 등 2010; Ko 등 2014).

일반적으로 시금치에 들어있는 엽산은 동맥경화를 예방하며, DNA 손상을 막아주는데 효과가 있으며, 비타민 A의 전구체인 카로틴을 포함하여 무기질인 비타민 C, 칼슘, 철분 등과 유기산인 수산, 구연산 등이 많이 들어있다(Lee 등 2005; Lee & Joo 2010).

현재까지 보고된 시금치의 일반적인 선행연구로는 신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질특성(Ko 등 2013), 한국산 시금치의 재배지역별 영양학적 조성 특성(Choi MJ 2010), 가을철 시판 시금치의 이화학적 특성(Lee 등 2005), 가을철 노지 재배한 시금치의 성숙 시기에 따른 영양 성분 변화(Lee MH 2009) 등이 보고되었다.

† Corresponding author: Young-Mo Kim, Assistant Professor, Industry Academic Collaboration Foundation, Gwangju Women's University, Gwangju 62396, Korea. Tel: +82-62-950-3588, Fax: +82-62-950-3787, E-mail: bliss0816@kwu.ac.kr

시금치와 같은 식물성 부재료를 첨가하여 제조한 연구로는 부추의 첨가가 식빵의 물리화학적 및 관능적 특성에 미치는 영향(Jung 등 1999), 감잎분말을 첨가한 식빵의 품질특성(Kang 등 2000), 들깨잎 분말을 첨가한 식빵반죽의 레올로지 및 품질 특성에 관한 연구(Choi SH 2011), 연잎 분말을 첨가한 식빵의 유변학적 특성(Lee HJ 2015), 연잎 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성(Park 등 2009)의 연구가 진행되었다.

이에 본 연구에서는 시료의 분말 방식에 따라 블렌칭을 하지 않은 섬초분말을 첨가하였을 때 반죽과 식빵의 pH, 일반 성분, 색도, 반죽의 무게, 부피, 비용적, 굽기손실률, 식빵의 외관, 조직감, 아미노산을 연구하여 식빵의 품질 특성의 기초 자료로 사용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 섬초는 전남 신안군 비금도에서 겨울철에 재배한 것을 제공 받아 뿌리부분만 자른 후 잎과 줄기를 깨끗한 물로 3회 이상 세척하여 물기를 완전히 제거한 후 건조기(LD-918BH, Lequip, Korea)를 이용하여 24시간 동안 65°C에서 열풍 건조한 후 분쇄기를 이용하여 60 mesh로 분말화하여 실험에 사용하였다. 식빵을 만드는데 사용된 재료로는 강력 밀가루 1등급(Samyang, Asan, Korea)과 분유(Seoulmilk, Yangju, Korea), 꽃소금(Namdo, Damyang, Korea), 우유버터(Lotte food, Cheonan, Korea), 이스트(Jenico, Pyeongtaek, Korea), 하얀설탕(Samyang, Ulsan, Korea), 달걀(Gwangseong, Gwangju, Korea)을 구입하여 사용하였다.

2. 식빵 제조

식빵의 제조는 직접반죽법(optimized straight-dough method)

으로, 배합표와 제조공정은 Table 1과 Fig. 1에서 보는 바와 같이 첨가비율을 각각 다르게 하여 식빵을 제조하였다(Finny KF 1984). 버터를 제외한 재료를 볼에 넣어 반죽기(YSM-12, Young Song, Seoul, Korea)를 이용하여 재료를 혼합한 후 클린업단계가 되면 버터를 넣고 반죽 최종단계까지 믹싱하였다. 믹싱이 끝난 후 자동발효실(Aeromat 1.08, Wachtel, Hilden, Germany)에서 1차 발효 조건인 건열 26°C, 습열 76%에서 60분간 발효하였으며, 1차 발효 후 반죽을 160 g으로 분할하여 둥글리기 한 후 표면이 마르지 않도록 비닐로 덮은 후 벤치타임을 10~15분간 주었다. 밀대를 이용하여 반죽을 성형한 후 식빵팬(215 mm×95 mm×95 mm)에 넣어 발효실에서 2차 발효 조건인 건열 36°C, 습열 86%로 30분간 발효를 하였으며, 발효가 끝난 후 윗불 200°C, 아랫불 160°C로 예열된 오븐(THE PICCOLO II-3, Wachtel, Hilden, Germany)에서 35분간 구워 냉각팬에 빼낸 후 실온에서 30분간 방냉한 후 실험에 사용하였다.

3. 반죽과 식빵 pH

섬초분말을 첨가한 반죽과 식빵의 pH는 시료 10 g을 증류수 100 mL와 혼합하여 교반기에 20분간 원심분리하였다(Han 등 2015). 분리된 혼탁액을 상온에서 30분간 정치한 후 상층액을 취하여 pH meter(F-71G, Horiba, Tokyo, Japan)로 측정하여 분석하였다. 3회 반복 측정한 후 평균값을 구하였다.

4. 식빵의 일반성분

섬초분말을 첨가한 식빵의 일반성분 함량은 AOAC(2000) 방법에 따라 분석하였다. 수분함량은 상압가열건조법으로 하였으며, 분쇄한 시료 1 g을 dry oven(FO-600M, JEIO TECH, Daejeon, Korea)에 넣어 105°C에서 24시간 건조시켜 무게를 측정하여 분석하였다. 3회 반복 측정한 후 평균값

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

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

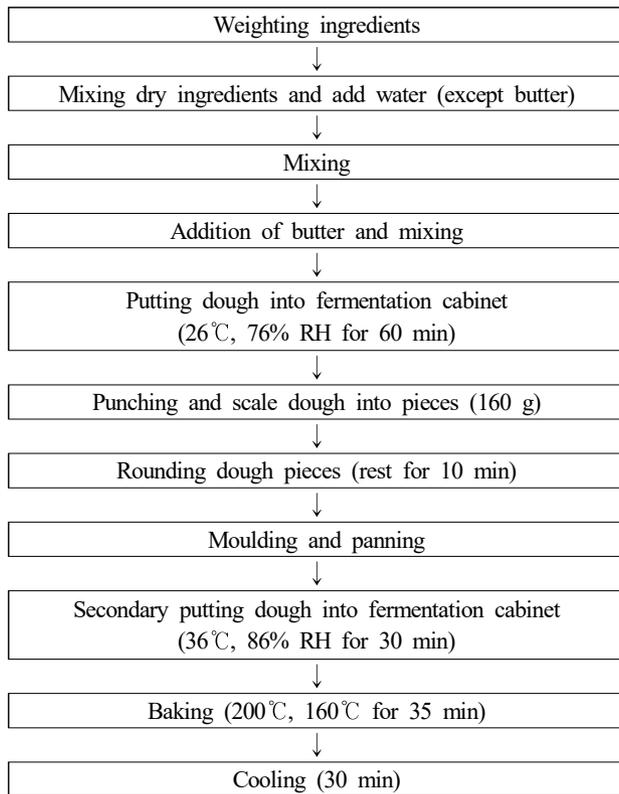


Fig. 1. Process of straight dough baking.

을 구하였다.

5. 식빵의 외관

식빵의 외관인 높이는 방냉한 식빵을 자른 후 자른 단면의 높이를 측정하였다. 삼각대에 카메라(HDR-PJ50, Sony, Japan)를 고정시킨 후 일정한 거리를 유지시킨 다음 램프가 터지지 않게 하여 식빵의 외관을 촬영하였다.

6. 식빵의 색도

식빵의 색도는 cell에 시료를 취하여 색차계(CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 식빵의 내부색(crust)과 외부색(crumb)을 각각 측정하였으며, 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)을 3회 측정 후 평균값을 구하여 나타내었다.

7. 반죽의 무게, 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기손실률

실온에서 방냉한 반죽의 무게, 식빵의 무게와 부피, 비용적, 굽기손실률을 측정하였다. 부피는 종자치환법(Campbell 등 1979)으로 3회 반복하여 평균값을 구하였다. 비용적은 부피를 무게로 나누어서 계산하였으며, 굽기손실율은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 평균값을 구하였다.

8. 식빵의 조직감

식빵의 내부적 조직감은 실온에서 방냉한 식빵의 가장자리를 먼저 자른 후 정육면체(6×6×3 cm) 크기로 잘라 rheometer(Sun Rheometer Compac-100 II, Sun Sci. Co., Japan)로 측정하였다. 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 겹성(gumminess), 부서짐성(brittleness)을 측정하였으며, 기기의 측정조건은 Table 2와 같다.

9. 식빵의 아미노산 분석

식빵의 구성 아미노산 분석은 Cohen & Michaud(1993)의 방법으로 시료 0.5 g을 6N-HCl 10 mL를 넣고 110°C에서 24시간 가수 분해시켜 0.45 membrane filter로 여과하여 분석하였으며, integrator에 의한 외부표준법으로 계산하였다. 기기의 분석조건 Table 3과 같다.

10. 통계처리

통계처리는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 19.0, IBM., Chicago, IL, USA) 통계프로그램을 이용하여

Table 2. Texture analyzer conditions for measuring textural bread with different Seomcho (*Spinacia oleracea* L.)

Item	Condition
Sample size	6×6×3 cm
Mode	Mastication test
Table speed	120 mm/min
Load cell	10 kg
Deformation	50%
Probe size	No.14 φ50

Table 3. 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™ (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

일원배치 분산분석(One way-ANOVA)을 한 후 Duncan's multiple range test를 하였다.

결과 및 고찰

1. 반죽과 식빵 pH

믹싱이 끝난 반죽과 1차 발효, 2차 발효 반죽과 식빵의 pH의 결과는 Table 4에 나타내었다. 믹싱 후 반죽의 pH는 대조구에서 6.01, 1% 첨가에서 6.03, 3% 첨가에서 5.75, 5% 첨가에서 5.52, 7% 첨가에서 5.47로 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 pH는 감소하기 시작하였다. 또한 첨가구에서 7% 첨가가 가장 낮게 나타났다. 1차 발효에서는 대조구가 5.56, 1% 첨가 5.68, 3% 첨가 5.63, 5% 첨가 5.50, 7% 첨가 5.47로 나타났으며, 믹싱 후 반죽과 같이 7% 첨가에서 5.47로 낮게 나타나는 걸 알 수 있었다. 2차 발효에서는 대조구 5.47, 1% 첨가 5.62, 3% 첨가 5.52, 5% 첨가 5.44, 7% 첨가 5.41로 첨가량이 증가할수록 낮아지기 시작하였으며, 7% 첨가에서 5.41로 가장 낮게 나타났다. 반죽의 경우 전체적으로 대조구에 비하여 첨가량이 증가할 때마다 pH는 낮아지는 것을 알 수 있었다. 섶초 분말을 첨가한 완성된 식빵의 pH는 대조구에서 5.85, 1% 첨가에서 6.17, 3% 첨가에서 6.08, 5% 첨가에서 6.00, 7% 첨가에서 5.99로 첨가량이 증가할수록 반죽의 실험결과와 같이 pH는 감소하는 경로를 나타냈다. 전체적으로 첨가량이 증가할 때마다 pH는 반죽보다 식빵일 때가 소폭으로 감소하는 경로를 나타냈다. 감피를 첨가한 식빵의 연구(Kim & Chung 2001)에서도 본 연구결과와 같이 분말 첨가량이 증가함에 따

라 pH가 감소하는 경로를 나타냈다. 또한 Kim YM(2018a)의 연구에서도 시료의 첨가량이 증가할수록 반죽의 pH는 감소하는 경로를 나타냈으며, 흑마늘 가루를 첨가한 연구(Ju 등 2010)에서도 분말 첨가량이 많아질수록 반죽과 식빵의 pH는 낮아졌으며, 유의적인 차이를 나타내는 경로를 나타냈다. 산사분말을 첨가한 연구(Kim & Jeong 2007)에서도 반죽의 pH는 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며, 식빵의 부피가 낮아지는데 영향을 준다고 하였다.

2. 식빵 수분함량

섶초 분말 첨가량을 각각 다르게 하여 제조한 식빵의 수분함량은 Table 5와 같다. 섶초의 일반적인 수분함량은 전체적으로 83.87~87.15%이다(Kang EA 2009). 식빵의 수분함량은 대조구가 30.84%, 1% 첨가 33.00%, 3% 첨가 32.84%, 5% 첨가 32.82%, 7% 첨가 32.59%로 나타났다. 대조구가 가장 낮게 나타났으며, 각 첨가구별로 첨가량이 증가할수록 수분의 함량은 감소하는 경로를 나타냈으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 전체적으로 첨가구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 꾸지뽕분말(Kim & Ju 2016)과 단감가루(Chung 등 2002)를 첨가한 연구에서도 분말 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량은 전체적으로 낮아지는 경로를 나타냈으며, 본 연구결과에서도 첨가량이 증가할수록 식빵의 수분함량은 낮아지는 경로를 나타나 유사한 결과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

3. 식빵의 외관

섶초 분말 첨가량을 각각 달리하여 제조한 식빵의 외관사

Table 4. pH of dough with Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations

Component		Seomcho powder (%)				
		0	1	3	5	7
Dough	Mixing	6.01±0.58 ^{ab1)2)}	6.03±0.02 ^a	5.75±0.03 ^{abc}	5.52±0.02 ^{bc}	5.47±0.02 ^c
	First proofing	5.56±0.02 ^c	5.68±0.02 ^a	5.63±0.04 ^b	5.50±0.02 ^d	5.47±0.02 ^d
	Second proofing	5.47±0.01 ^c	5.62±0.02 ^a	5.52±0.00 ^b	5.44±0.01 ^d	5.41±0.02 ^e
Bread		5.85±0.01 ^c	6.17±0.01 ^a	6.08±0.00 ^b	6.00±0.00 ^e	5.99±0.01 ^d

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

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

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

Component	Seomcho powder (%)				
	0	1	3	5	7
Moisture	30.84±0.07 ^{b1)2)}	33.00±0.32 ^a	32.84±0.49 ^a	32.82±0.17 ^a	32.59±0.30 ^a

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

²⁾ Mean with different superscripts in the same row (^{a,b}) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

진은 Fig. 2에 나타내었다. 식빵의 내부 색상은 첨가량이 증가함에 따라 식빵의 부피는 조금씩 작아지기 시작하였으며, 색의 변화가 진행되면서 진한 녹색으로 변하는 걸 관찰할 수 있었다. 식빵의 부피는 사진에서 보는 것과 같이 대조구가 가장 높았으며, 1% 섬초 분말 첨가, 3% 섬초 분말 첨가, 5% 섬초 분말 첨가, 7% 섬초 분말 첨가 순으로 낮게 나타났다. 첨가량이 증가할수록 부피도 작아졌으며, 조직감에서도 식빵의 비용적은 낮아지는 걸로 나타났다. Kim YM(2018a)의 연구에서도 시료의 전처리 방법에 따라 첨가량이 증가할수록 식빵의 색은 진하게 나타나는 것을 알 수 있었고, Ko 등 (2013)의 연구에서도 분말 첨가량이 증가할수록 섬초 분말에 있는 클로로필 색소로 인하여 진한 녹색으로 변화하였다고 보고하였으며, 썩부쟁이를 첨가한 연구에서도 같은 첨가량 증가에 따라 색이 진하게 변한 걸로 나타났다(Kim 등 2016). 본 연구에서도 식빵의 색의 차이는 비금도 섬초가 가지고 있는 자체의 색소에 의하여 영향을 받은 것으로 사료된다. 부추분말을 첨가한 연구(Kim YM 2018b)에서는 분말가루가 수

분과 결합하였을 때 수분 흡수로 인하여 글루텐의 형성이 낮아진 걸로 보인다는 결과와 같이 본 연구에서도 첨가량이 증가할수록 부피가 조금씩 작아지는 것을 알 수 있었으며, Fig. 2 각각 단면의 사진에서 보는 바와 같이 불규칙한 조직과 기공의 크기가 일정하지 않았다. 따라서 섬초 분말 첨가량이 증가함에 따라 글루텐의 형성이 약해진 것으로 생각되어진다.

4. 식빵의 색도

섬초 분말을 첨가한 식빵의 색도는 Table 6에 나타내었다. 식빵의 내부색도의 명도는 대조구가 84.10으로 가장 높게 나타났다, 첨가량이 증가할수록 감소하여 7% 첨가에서 62.30으로 가장 낮게 나타났다. 적색도는 대조구 -0.23, 1% 첨가 -1.62, 3% 첨가 -2.91, 5% 첨가 -3.86, 7% 첨가 -3.88로 첨가량이 증가할수록 적색도는 감소하는 걸로 나타나 Fig. 2에서 보는바와 같이 첨가량이 증가할수록 식빵의 색이 짙어지는 것을 알 수 있었다. 황색도는 대조구 16.82, 1% 첨

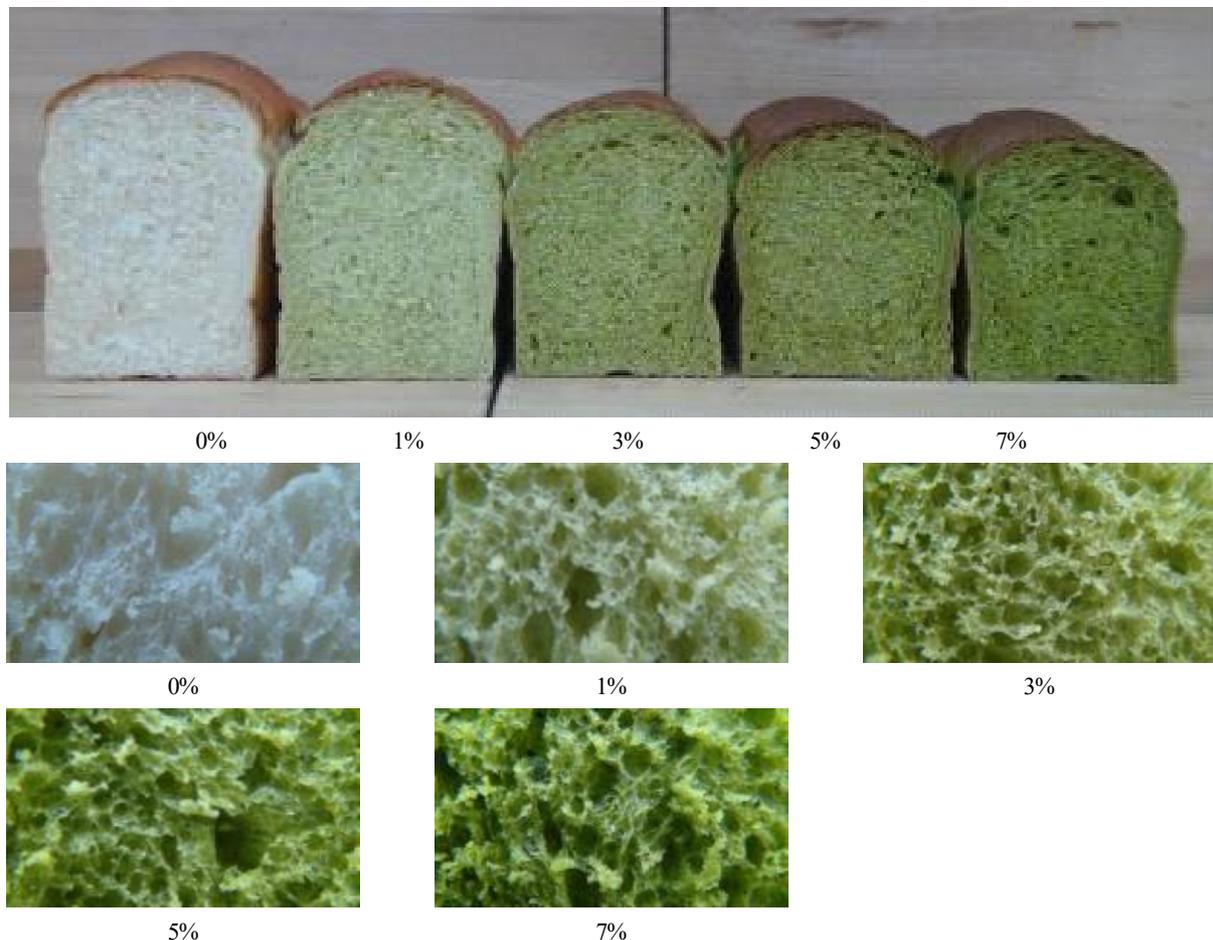


Fig. 2. Photographs of bread with different Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations.

Table 6. Hunter's color value of bread with different Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) concentrations

Hunter value	Seomcho powder (%)					
	0	1	3	5	7	
L	84.10±0.04 ^{a1)2)}	74.98±0.02 ^b	71.29±0.01 ^c	66.10±0.02 ^d	62.30±0.01 ^e	
Crumb	a	-0.23±0.02 ^a	-1.62±0.02 ^b	-2.91±0.02 ^c	-3.86±0.01 ^d	-3.88±0.02 ^d
	b	16.82±0.01 ^c	23.82±0.01 ^d	27.94±0.03 ^a	26.62±0.00 ^b	25.68±0.02 ^c
L	77.94±0.01 ^b	78.40±0.02 ^a	67.64±0.00 ^c	63.47±0.00 ^d	61.52±0.14 ^e	
Crust	a	8.91±0.01 ^a	0.91±0.01 ^d	3.25±0.00 ^b	0.93±0.01 ^c	-1.29±0.02 ^e
	b	31.34±0.01 ^a	29.06±0.02 ^c	30.17±0.01 ^b	28.85±0.01 ^d	29.01±0.09 ^e

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

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

가 23.82, 3% 첨가 27.94, 5% 첨가 26.62, 7% 첨가 25.68로 나타났다. 1%에서 3%까지는 증가하다가 5%부터는 감소하는 경로를 나타냈다. 신안 섬초 자체의 색도는 명도 34.01, 적색도 -12.40, 황색도 17.94이다(Na 등 2010). 브로콜리 분말을 첨가한 식빵의 연구에서도 브로콜리 분말색으로 인하여 첨가되는 양이 많아질수록 내부 및 외부색이 어두워 진다고 하였다(Lee SH 2015). 본 연구에서도 첨가량이 증가할수록 명도, 적색도는 낮아지는 경로를 나타냈으며, 이는 섬초 분말 자체의 색으로 인하여 식빵의 색도에 영향을 준 것으로 생각되어 진다. 식빵의 외부색도의 명도는 대조구 77.94, 1% 첨가 78.40, 3% 첨가 67.64, 5% 첨가 63.47, 7% 첨가 61.52로 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 감소하는 경로를 나타냈다. 적색도는 3% 첨가에서 3.25로 높았으며, 5%부터는 감소하는 경로를 나타냈다. 황색도는 대조구에 비하여 감소하는 경로를 나타

5. 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기손실률

섬초 분말을 첨가한 반죽 및 식빵의 무게, 부피, 비용적, 굽기손실률은 Table 7에서 보는 바와 같이 반죽의 무게는 대조구에서 449.67 g이며, 전체적으로 유의적인 차이가 나타나

지 않았다($p<0.05$). 식빵의 무게에서는 대조구 423.33 g, 1% 첨가 423.33 g, 3% 첨가 424.17 g, 5% 첨가 424.83 g, 7% 첨가 427.00 g으로 나타났다. 식빵의 부피는 대조구가 2,078.89 mL로 가장 크게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경로를 나타냈다. 비용적은 대조구 4.62, 1% 첨가 4.56, 3% 첨가 4.31, 5% 첨가 4.23, 7% 첨가 4.07로 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경로를 나타냈다. 썩부쟁이 분말을 첨가한 연구에서도 첨가구에 비하여 대조구가 가장 비용적이 높았으며, 첨가량에 따라 낮아지는 경로를 나타냈다(Kim 등 2016). 일반적으로 부재료 첨가에 따라 비용적이 감소하는 경향을 나타내었고 비용적에 영향을 주는 것으로 생각되어 진다. 굽기손실률은 대조구 5.86으로 가장 높았으며, 첨가량이 증가할수록 비용적과 같이 낮아지는 경로를 나타냈다. 신안 섬초 분말(Ko 등 2013)과 보리잎차(Yeon 등 2010)를 첨가한 연구에서도 비용적은 낮아지는 경로를 나타냈다. 또한 브로콜리 분말(Lee SH 2015)을 첨가한 연구에서도 본 연구결과와 같이 첨가하는 양이 증가할수록 대조구에 비해 감소하는 경로를 나타냈다. 또한, 밀가루에 들어있는 단백질 글루텐은 빵 반죽을 형성하는데 있어 신장성과 탄성에 반죽의 막을 형성하는데 중요한 역할을 한다. 하지만 첨가되는 부재료에 따라서

Table 7. Specific volume and baking loss of bread with Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations

Items	Seomcho powder (%)				
	0	1	3	5	7
Dough weight (g)	449.67±0.58 ^{a1)2)}	449.00±1.00 ^a	448.67±1.04 ^a	449.17±1.04 ^a	449.33±1.15 ^a
Bread weight (g)	423.33±0.58 ^b	423.33±2.31 ^b	424.17±2.57 ^{ab}	424.83±1.04 ^{ab}	427.00±1.32 ^a
Bread volume (ml)	2,078.89±9.55 ^a	2,045.73±19.16 ^b	1,938.15±9.58 ^c	1,901.98±9.58 ^d	1,830.10±9.58 ^c
Specific volume (mL/g)	4.62±0.02 ^a	4.56±0.04 ^b	4.31±0.01 ^c	4.23±0.01 ^d	4.07±0.03 ^c
Baking loss (%)	5.86±0.12 ^a	5.71±0.35 ^a	5.49±0.51 ^{ab}	5.42±0.22 ^{ab}	4.97±0.07 ^b

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

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

글루텐의 양이 감소하게 된다. 글루텐의 양이 적어질수록 전체적으로 대조구에 비하여 반죽의 팽창력은 떨어지게 되고 첨가되는 부재료가 가지고 있는 수분의 함량에 따라 글루텐의 형성이 약해지는 이유가 되기도 한다. 이에 첨가되는 부재료가 따라 제품의 부피가 조금씩 감소되는 걸로 보인다. 고구마 잎 분말을 첨가한 연구에서도 식빵의 부피와 비용적이 감소한 이유는 글루텐의 발달 저하와 반죽의 가스 보유력 감소 등으로 사료된다고 하였다(Han 등 2015).

6. 식빵의 조직감

섬초 분말을 첨가한 식빵의 조직감인 탄력성, 응집성, 검성, 부서짐성은 Table 8에서와 같이 전체적으로 첨가량이 증가할수록 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. 식빵의 탄력성은 대조구가 91.31%로 나타났으며, 1% 첨가 91.18%, 3% 첨가 90.91%, 5% 첨가 89.48%, 7% 첨가 89.12%로 첨가량이 증가할수록 탄력성이 낮아지는 것으로 나타났다. 또한, 대조구를 비롯하여 전체적으로 유의적인 차이가 나타나지 않았다 ($p < 0.05$). 응집성은 대조구 72.83%, 1% 첨가 73.41%, 3% 첨가 72.32%, 5% 첨가 71.15%, 7% 첨가 70.81%로 첨가량이 증가할수록 낮아지는 걸로 나타났으며, 7% 첨가에서 가장 낮게 나타났다. 검성은 대조구에 비하여 첨가구가 더 높게 나타났으며, 첨가량이 증가할수록 감소하는 것을 알 수 있었다. 부서짐성에서도 대조구가 첨가구에 비하여 낮게 나타났으며, 첨가량의 증가에 따라 1% 첨가에서 320.46 g, 3% 첨가에서 328.42 g, 5% 첨가에서 509.97 g, 7% 첨가에서 573.46 g 순으로 높아지는 것을 알 수 있었다. 우영분말을 첨가한 연구에서도(Tae 등 2015) 본 연구결과와 같이 탄력성, 응집성은 첨가량이 증가할수록 낮아지는 걸로 나타났으며, 새송이분말(Lee 등 2009)의 연구에서도 첨가되는 부재료와 그에 따른 첨가량에 따라 조직감은 각각 다른 결과를 나타낸다고 하였다.

7. 식빵의 아미노산 분석

식빵의 구성아미노산은 총 16종이 검출되었으며, 결과는

Table 9와 같다. 대조구에서는 glutamic acid이 1,363.14 mg%로 가장 높게 나타났으며, 두 번째로는 arginine 731.21 mg%, lysine 669.30 mg%, leucine 666.25 mg%, aspartic acid 659.07 mg%, glycine 525.15 mg%, valine 516.36 mg% 순으로 나타났으며, methionine 181.19 mg%, cystine 174.08 mg%가 가장 낮게 나타나는 걸 알 수 있었다. 1% 첨가에서는 glutamic acid 2,498.14 mg%, leucine 651.18 mg%, phenylalanine 493.11 mg%, serine 473.20 mg%, valine 423.35 mg% 순으로 나타났으며, cystine이 209.32 mg%로 가장 낮게 나타났다. 3%에서는 glutamic acid 2,512.98 mg%, leucine 631.40 mg%, phenylalanine 467.76 mg%, serine 460.19 mg%, valine 432.35 mg% 순으로 나타났으며, tyrosine 240.20 mg%가 가장 낮게 나타났다. 5% 첨가에서는 glutamic acid 2,547.22 mg%, leucine 671.51 mg%, serine 488.37 mg%, phenylalanine 486.30 mg%, valine 434.19 mg%로 나타났으며, 3% 첨가구와 같이 tyrosine이 248.26 mg%로 가장 낮게 나타났다. 7% 첨가에서는 glutamic acid 2,703.40 mg%, leucine 683.25 mg%, phenylalanine 512.64 mg%, serine 510.17 mg%, valine 449.34 mg% 순으로 나타났으며, tyrosine 253.18 mg%로 가장 낮게 나타났다. 첨가구별로 대조구를 포함하여 aspartic acid가 가장 높게 나타났으며, 7% 첨가 > 5% 첨가 > 3% 첨가 > 1% 첨가 순으로 나타났다. 일반적으로 첨가량이 증가할수록 아미노산의 함량은 증가하는 걸로 나타났다. 총 구성아미노산 함량은 대조구 8,398.76, 1% 첨가 7,942.67, 3% 첨가 8,137.07, 5% 첨가 8,418.35, 7% 첨가 8,799.01로 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 또한 필수아미노산 함량은 대조구 3,697.43, 1% 첨가 3,108.3, 3% 첨가 3,152.16, 5% 첨가 3,250.78, 7% 첨가 3,347.35이며, 첨가구 중에 7% 첨가가 높게 나타났다. 총 구성비율은 대조구 44.02%, 1% 첨가 39.13%, 3% 첨가 38.74%, 5% 첨가 38.62%, 7% 첨가 38.04%로 나타났다. 전체적으로 대조구를 비롯하여 첨가구별로 감칠맛을 주는 glutamic acid가 높게 나타났으나 함량이 높다고 하여 식빵의 부피가 높게 나타나지는 않았다. 결국 아미노산 함량보다는 첨가되는 부재료의 양에 따라 식빵의 부피에 영

Table 8. Textural characteristics of bread with different Seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder concentrations

Items	Seomcho powder (%)				
	0	1	3	5	7
Springiness (%)	91.31±0.50 ^{a1)2)}	91.18±0.50 ^a	90.91±1.40 ^a	89.48±1.11 ^a	89.12±1.88 ^a
Cohesiveness (%)	72.83±0.53 ^a	73.41±0.38 ^a	72.32±2.06 ^{ab}	71.75±0.57 ^{ab}	70.81±0.42 ^b
Gumminess (g)	323.39±35.02 ^b	628.75±114.52 ^a	560.45±49.96 ^a	367.32±72.36 ^b	359.12±93.03 ^b
Brittleness (g)	280.38±0.31 ^b	320.46±85.28 ^b	328.42±63.02 ^b	509.97±53.08 ^a	573.46±106.16 ^a

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

²⁾ Mean with different superscripts in the same row (^{a,b}) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

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

Amino acid	Content (mg%)				
	Seomcho powder (%)				
	0	1	3	5	7
Aspartic acid	659.07±25.11 ^a	387.28±12.12 ^b	400.30±18.21 ^b	402.22±17.90 ^b	417.33±18.00 ^b
Glutamic acid	1,363.14±50.00 ^c	2,498.14±94.84 ^b	2,512.98±57.16 ^b	2,547.22±91.58 ^b	2,703.40±95.00 ^a
Serine	461.30±17.97 ^b	473.20±17.99 ^b	460.19±18.07 ^b	488.37±18.22 ^{ab}	510.17±21.98 ^a
Histidine	351.36±17.89 ^a	274.38±9.01 ^b	281.07±8.99 ^b	293.26±7.90 ^b	293.04±8.01 ^b
Glycine	525.15±21.88 ^a	341.29±13.02 ^c	348.18±12.89 ^c	355.48±12.87 ^c	410.35±18.14 ^b
Threonine	444.49±16.99 ^a	323.31±27.63 ^b	324.63±7.48 ^b	336.25±11.88 ^b	348.19±13.13 ^b
Arginine	737.21±25.16 ^a	362.28±12.11 ^c	378.33±11.91 ^{bc}	406.43±17.59 ^b	397.50±11.79 ^b
Alanine	502.15±21.88 ^a	310.30±12.00 ^c	317.36±12.08 ^{bc}	323.33±11.78 ^{bc}	341.36±11.68 ^b
Tyrosine	279.23±8.10 ^a	252.56±30.14 ^{ab}	240.20±6.82 ^c	248.26±8.00 ^c	253.18±8.10 ^{ab}
Cystine	174.08±3.90 ^d	209.32±8.02 ^c	327.37±13.00 ^b	396.26±13.18 ^a	418.37±17.99 ^a
Valine	516.36±21.98 ^a	423.35±17.12 ^b	432.35±17.89 ^b	434.19±13.15 ^b	449.34±18.02 ^b
Methionine	181.19±4.10 ^c	262.25±8.02 ^b	274.14±8.10 ^{ab}	279.51±8.27 ^a	284.01±7.99 ^a
Phenylalanine	455.20±16.88 ^c	493.11±17.11 ^{ab}	467.76±14.93 ^{bc}	486.30±15.36 ^{abc}	512.64±21.67 ^a
Isoleucine	413.28±17.00 ^a	389.44±13.01 ^a	390.58±12.91 ^a	393.49±13.33 ^a	412.55±16.82 ^a
Leucine	666.25±25.90 ^{ab}	651.18±25.88 ^{ab}	631.40±25.98 ^b	671.51±26.28 ^{ab}	683.25±25.90 ^a
Lysine	669.30±24.90 ^a	291.28±8.90 ^c	350.23±13.01 ^b	356.27±12.69 ^b	364.33±13.11 ^b
TAA ¹⁾	8,398.76	7,942.67	8,137.07	8,418.35	8,799.01
EAA ²⁾	3,697.43	3,108.3	3,152.16	3,250.78	3,347.35
EAA/TAA (%) ³⁾	44.02	39.13	38.74	38.62	38.04

¹⁾ TAA, total amino acid.

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

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

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

향을 주는 것으로 보여진다. Isoleucine의 경우 전체적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). Kim YM(2018a)의 연구에서도 구성아미노산은 본 연구결과와 같이 glutamic acid가 가장 높게 나타났으며, 새송이버섯 분말을 첨가한 연구에서 유리아미노산 결과 단맛이 나는 glutamic acid가 첨가량 증가에 따라 가장 높게 나타났다(Lee 등 2009).

요약 및 결론

본 연구에서는 비금도 섶초 분말을 1%, 3%, 5%, 7% 첨가하여 식빵의 품질특성을 연구하고자 하였다. 반죽과 식빵의 pH는 첨가량이 증가할수록 낮아졌으며, 7% 첨가에서 낮게 나타났다. 식빵의 수분함량은 첨가량 증가에 따라 조금씩 낮아졌으나 큰 차이를 나타내지 않았으며, 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 식빵의 외관은 첨가량이 증가할수록 색의 변화가 진행되었으며, 부피도 감소하는 경로를 나타냈다.

식빵의 내부색도 결과는 첨가량이 증가할수록 명도와 적색도는 감소하였다. 식빵의 부피는 첨가량이 증가함에 따라 조금씩 감소되었으며, 비용적과 굽기손실률도 낮아지는 경로를 나타냈다. 식빵의 조직감의 결과는 탄력성은 대조구가 첨가구에 비해 높게 나타났으며, 첨가량 증가에 따라 낮아지는 경로를 나타냈다. 응집성도 대조구에 비하여 첨가구가 높았으며, 첨가량 증가에 따라 낮아졌다. 검성은 대조구보다 첨가구가 더 높았으며, 첨가량 증가에 따라 낮아졌다. 부서짐성은 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경로를 나타냈다. 식빵의 아미노산은 섶초 분말 첨가량이 증가함에 따라 glutamic acid가 가장 높은 값을 나타내었으며, 전체적으로 볼 때 기능성 소재를 이용한 제과제빵 개발이 가능할 것으로 사료된다.

References

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International.

- 17th ed. pp.33-36. Association of Official Analytical Chemists International
- Campbell AM, Penfield MP, Griswold RM. 1979. The Experimental Study of Food. Houghton Mifflin
- Choi MJ. 2010. Characterization of nutritional composition of Korean spinach (*Spinacia oleracea* L.) in various cultivated areas. Ph.D. Thesis, Youngnam Univ. Daegu. Korea
- Choi SH. 2011. Quality characteristics of white pan bread added with perilla leaf powder. *Korean J Culin Res* 17:172-180
- Chung JY, Kim KH, Shin DJ, Son GM. 2002. Effects of sweet persimmon powder on the characteristics of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:738-742
- Cohen SA, Michaud DP. 1993. Synthesis of a fluorescent derivatizing reagent, 6-aminoquinolyl-*N*-hydroxysuccinimidyl carbamate, and its application for the analysis of hydrolysate amino acids 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* 61:20-27
- Han SK, Kang CS, Kim JM, Yang JW, Lee HU, Hwang UJ, Song YS, Lee JS, Nam SS, Lee KB. 2015. Quality characteristics of bread manufactured with sweetpotato leaf powder. *Korean J Food Nutr* 28:571-578
- Ju HW, An HL, Lee KS. 2010. Quality characteristics of bread added with black garlic powder. *Korean J Culin Res* 16:260-273
- Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS. 1999. Effect of leek (*Allium tuberosum*) on physicochemical and sensory characteristics of breads. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:113-117
- Kang EA. 2009. Comparative study on food components of spinach growing in inland and island. Master's Thesis, Chonnam National Univ. Yeosu. Korea
- Kang WW, Kim GY, Kim KJ, Oh SL. 2000. Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. *Korean J Soc Food Sci* 16:336-341
- Kim CS, Chung SK. 2001. Quality characteristics of bread prepared with the addition of persimmon peel powder. *Korean J Food Preserv* 8:175-180
- Kim EJ, Ju HW. 2016. Quality characteristics of white pan bread with *Cudrania tricuspidata* leaf powder. *Culin Sci Hosp Res* 22:173-186
- Kim JS, Jeong SH. 2007. Quality characteristics of bread added with *Crataegus pinnatifida* Bunge powder. *J East Asian Soc Diet Life* 17:125-129
- 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 YM. 2018a. Quality characteristics of white bread mixed with blanched seomcho (*Spinacia oleracea* L.) powder. *Korean J Food Nutr* 31:873-882
- Kim YM. 2018b. Quality characteristics of white bread using hot-air-dried leek powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:1320-1326
- 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
- Lee HJ, Joo NM. 2010. Optimization of germinated brown rice cookie with added spinach powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:707-716
- Lee HJ. 2015. Rheological properties of bread containing lotus leaf powder. *Korean J Community Living Sci* 26:135-143
- Lee JY, Lee KA, Kwak EJ. 2009. Fermentation characteristics of bread added with *Pleurotus eryngii* powder. *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 MH. 2009. Changes in nutritive components by growth periods in spinach grown outdoors in autumn. *J East Asian Soc Diet Life* 19:169-179
- Lee SH. 2015. Quality and antioxidant properties of white breads enhanced with broccoli (*Brassica oleracea* L.) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 31:614-622
- 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
- 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
- Tae MH, Kim KH, Yook HS. 2015. Quality characteristics of bread with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. *Korean J*

Food Nutr 44:1826-1831

Yeon KH, Kim MY, Chun SS. 2010. Quality characteristics of white bread with barley leaves tea powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26:398-405

Received 13 June, 2021

Revised 02 July, 2021

Accepted 18 July, 2021