

신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질특성

고상희 · 빙동주 · 전순실[†]
순천대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of White Bread Manufactured with *Shinan Seomcho (Spinacia oleracea L.)* Powder

Sang-Heui Ko, Dong-Joo Bing, and Soon-Sil Chun[†]

Dept. of Food & Nutrition, Suncheon National University, Jeonnam 540-742, Korea

Abstract

In this study, white bread was prepared with *Shinan seomcho* powder (SSP). Different amounts of SSP were tested (2, 4, 6 and 8%) to determine the optimal amount. The samples and a control were compared for quality characteristics, including pH, total titratable acidity, specific volume, baking loss, moisture content, water activity, color, textural characteristics, external and internal surface appearances, and sensory qualities. As the SSP increased, the total titratable acidity of the dough decreased (pH increased), and a decreased specific volume and baking loss was observed as well. However, the total titratable acidity and pH of the bread did not show significant differences among the samples. The moisture content was highest at a substitution level of 8%, and increased with increasing SSP contents. The crumb L value, a value, and resilience decreased with increasing SSP, whereas the crumb b value and hardness increased. Color, flavor, softness and overall acceptability were highest for the control group and were lowest for the 8% group. This likely reflects the high value of a grassy flavor, green tea taste, bitterness, astringency, and off-flavor at addition level of 8%. As a results, the optimum amount of SSP to add for baking bread would be 2~4%.

Key words: *Shinan seomcho* powder, white bread, textural characteristics, sensory evaluation

서 론

경제발전과 소득수준이 향상되고 식생활의 서구화로 인해 간편하면서 영양을 고루 갖춘 식품에 대한 관심이 모아지고 있다. 특히 빵은 바쁜 현대인들에게 식사대용으로 건강기능성이 첨가된 빵에 대한 요구가 증대되고 있다(1).

시금치(*spinach*, *Spinacia oleracea* L.)는 명아주과에 속하는 자용이주의 1~2년생 작물로, 우리나라에는 1500년대에 전래된 것으로 알려져 있다(2). 예로부터 겨울철 최고의 채소로서 출하 시기도 12월부터 4월까지 집중되고 있는데, 영양적 가치가 뛰어나 국민의 건강식품으로서 소비가 꾸준히 증가하고 있다. 시금치는 비타민 A의 전구체인 카로틴과 아스코르빈산을 많이 함유하고 있으며, 많은 무기질과 유기산을 함유되어 있는 엽채류 중 하나이다(3). 또한 시금치에는 사포닌과 부드러운 섬유소가 들어있어 변비에도 효과가 있으며 철과 엽산이 있어 빈혈 예방에도 좋다고 알려져 있다(4). 일반적으로 육지의 시금치는 포항초, 남해초, 동해초 등이 있으며, 섬에서 생산되는 시금치로는 전남 신안군에서 재배되는 신안 섬초가 있다(5). 여러 가지 시금치 종류중에

서 특히 신안 섬초는 재래종으로 무질소화합물이 타 지역의 시금치에 비하여 170~220% 많이 함유하고 있어 당도가 높은 특징이 있다. 또한 마그네슘, 칼륨, 칼슘, 철이 타 시금치에 비해 많이 함유하고 있으며, 칼슘은 499~770%가 많아 맛과 향이 좋다. 특히 게르마늄과 아연은 신안 섬초에서만 검출되는 성분으로 우수성이 증명되었다(6). 식물에 존재하는 유기게르마늄은 항종양 효과(7), 항돌연변이 효과(8), natural killer 세포 및 macrophages의 활성화를 포함하는 면역강화 작용(9)과 virus 감염의 치료(10), 관절염 치료 효과와 같은 항염증 작용(11,12), 해열·진통 작용(13), 중금속해독작용(14) 및 운동성 증가(15) 등의 다양한 약리작용이 보고되고 있다.

기능성 부재료를 첨가한 제빵 연구로는 청국장가루(16), 자건 톳 분말(17), 파배기모자반 추출물(18), 매생이(19), 백복령 분말(20), 오디 농축액(21), 매실분말 및 매실농축액(22), 함초 분말(23), 황기분말(24), 당귀분말(25), 자일리톨(26) 등이 있다. 그러나 기능적 특성으로 인해 건강식품으로 각광받고 있는 신안 섬초를 이용한 제빵에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 신안 섬초 분말 2, 4,

[†]Corresponding author. E-mail: css@suncheon.ac.kr
Phone: 82-61-750-3654, Fax: 82-61-752-3657

6 및 8%를 첨가한 반죽의 pH와 총산도를 측정하고, 식빵의 품질 특성인 pH, 총산도, 비용적, 굽기손실률, 수분함량, 수분활성도, 색도, 조직감, 표면 관찰 및 관능검사를 실시하여 신안 섬초 분말을 대체한 식빵의 최적 배합비를 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

밀가루(강력분, 씨제이제일제당, 양산), 신안 섬초 분말(2010년산, 신안 섬초 클러스터사업단, 전남 신안군 비금면), 이스트(instant yeast, La Parisienne, Paris, France), 설탕(백설탕, 백설탕, 씨제이제일제당, 인천), 소금(꽃소금, 샘표식품주식회사, 서울), 식물성크림(뉴밀키엑스트라, 희창유업, 양산), 쇼트닝(베셀쇼트닝-free, 롯데삼강, 천안)을 실험재료로 사용하였다.

식빵의 제조

신안 섬초 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 식빵의 배합비는 Table 1과 같다. 식빵은 직접반죽법(optimized straight-dough method)으로 제조하였다. 신안 섬초 분말은 밀가루의 2, 4, 6 및 8% 비율로 첨가하였고, 수분 함량은 동일하게 조정하였다. 제조 과정은 체에 친 밀가루에 쇼트닝을 제외한 모든 재료를 반죽기(N50(ML104642), HOBART, Troy, MI, USA)에 넣고 1단에서 3분, 2단에서 2분 반죽한 뒤 쇼트닝을 첨가하여 1단에서 1분, 2단에서 7분, 3단에서 30초, 2단에서 30초 동안 반죽하였다. 완성된 반죽은 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Kyonggi-Do, Kwangju, Korea)에서 60분간 1차 발효(온도 32°C, 상대습도 80%)한 뒤, 120 g으로 분할하고 둥글리기하여 실온(20°C)에서 15분간 중간 발효를 하였다. 반죽의 가스를 뺀 뒤 성형하고 틀에 넣어 발효기에서 70분간 2차 발효(온도 32°C, 상대습도 80%)를 하였다. 2차 발효가 끝난 후 윗불 190°C, 아랫불 200°C로 예열된 오븐(Deck Oven, Shinshin Machinery Co., Busan, Korea)에서 17분 동안 구웠다. 완성된 식빵은 실온(20°C)에서 1시

간 방냉하여 실험의 시료로 이용하였다.

반죽의 발표 팽창력

식빵 반죽의 발효 팽창력은 He와 Hosney(27)의 방법을 변형하여 사용하였다. 믹싱이 끝난 반죽 25 g을 취해 50 mL의 메스실린더에 넣은 후 상부의 표면을 평평하게 하였다. 그리고 1차 발효 조건인 온도 32°C, 상대습도 80%의 발효기(SMDG-36, Daehung Machinery Co., Seoul, Korea)에서 60분간 발효하면서 15분 간격으로 측정된 결과를 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{Fermentation power of dough expansion (\%)} = \frac{\text{volume after first fermentation} - \text{volume before first fermentation}}{\text{volume before first fermentation}} \times 100$$

반죽과 식빵의 pH와 총산도

신안 섬초 분말을 대체한 반죽과 식빵의 pH는 시료 10 g을 증류수 100 mL에 넣어 혼합한 다음 3,000 pm에서 20분간 원심분리 하였다. 분리된 상층액을 pH Meter(pH-200L, Istek, Seoul, Korea)로 측정하였고, 총산도는 Association of Cereal Research(28)의 방법에 따라 0.1 N NaOH로 pH 8.5까지 적정한 후 소모된 0.1 N NaOH의 양을 mL 수로 나타내었다.

비용적과 굽기 손실률

신안 섬초 분말을 첨가한 식빵의 부피는 종자치환법을 사용하였다. 유체체를 이용하여 volumeter로 측정된 후 비용적(mL/g)으로 나타내었고, 굽기 손실 측정은 굽기 전의 중량과 구운 후의 중량 차이로 굽기 손실률(%)을 계산하였다.

수분 함량

신안 섬초 분말을 첨가한 식빵 crumb의 수분 함량은 시료 2 g을 취하여 수분측정기(DE/MT-300, Slamed Ing, Greifensee, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정된 후 그 평균값으로 나타내었다.

수분 활성도

신안 섬초 분말을 첨가한 식빵 crumb의 수분 활성도는 시료 2 g을 취하여 수분활성측정기(HP23-AW, Rotronic, Bassersdorf, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정된 후 그 평균값으로 나타내었다.

색도

신안 섬초 분말을 첨가한 식빵 crust와 crumb의 색도는 색차계(Chromameter, CR-200b, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L(명도), a(+적색도/-녹색도), +b(황색도) 값으로 나타내었다. 사용한 표준 백색판(standard plate)은 L=96.88, a=-0.16, b=-0.29이었다. 각 시료는 12회 반복 측정된 후 그 평균값으로 나타내었다.

조직감

신안 섬초 분말을 첨가한 식빵의 조직감은 완성된 식빵을

Table 1. Formula for white breads with *Shinan seomcho* powder

Ingredients (g)	<i>Shinan seomcho</i> powder (%)				
	0	2	4	6	8
Wheat flour ¹⁾	300	294	288	282	276
<i>Shinan seomcho</i> powder ²⁾	0	5.41	10.82	16.23	21.64
Shortening	15	15	15	15	15
Instant yeast	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
Salt	5	5	5	5	5
Vegetable cream powder	9	9	9	9	9
Sugar	18	18	18	18	18
Water	195	195.59	196.18	196.77	197.36

¹⁾Moisture content of wheat flour=12.73%.

²⁾Moisture content of *Shinan seomcho* powder=3.20%.

Table 2. Operation condition of texture analyzer for white bread with *Shinan seomcho* powder

Mode	Measure force in compression
Option	TPA
Sample size	4×4×2 cm
Load cell	25 kg
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	1.0 mm/s
Distance	30%
Time	3 sec
Trigger type	Auto-10 g
Data acquisition rate	200 pps
Probe and product data	100 mm compression plate

1시간 방냉한 뒤 4×4×2 cm로 자른 다음 texture analyzer (Model TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, England)에 100 mm compression plate를 장착하고 시료를 2회 연속적으로 침입시켰을 때 나타난 force-time curve로부터 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 복원성(resilience)을 측정하였으며, 이때의 기기 조건은 Table 2과 같다.

표면 관찰

식빵의 표면 관찰은 디지털 카메라(Powershot G-10, Canon, Tokyo, Japan)로 식빵의 crumb을 검은 배경에서 시료와 카메라의 거리, 지면에서 카메라의 높이는 동일하게 유지하여 촬영하였다.

관능검사

관능검사는 순천대학교 식품영양학과 학생 68명을 대상으로 9점 척도법으로 소비자 검사를 동일 설문지로 실시하였다. 이때 소비자 기호도의 평가 항목은 색(color), 향미(flavor), 부드러움(softness) 및 종합적인 기호도(overall acceptability)로서 대단히 좋아한다(강하다) 9점, 좋지도 싫지도 않다 5점, 대단히 싫어한다(약하다) 1점으로 나타내었고, 특성강도의 평가항목은 풀향(grass flavor), 녹차 맛(green tea taste), 쓴맛(bitterness), 떫은맛(astringency), 부적합한 향미(off-flavor)를 아주 심하다(extreme) 9점, 전혀 없다(none) 1점으로 나타내었다. 시료의 준비 및 제시는 1인분 분량을 15 g으로 정하여 흰 플라스틱 접시에 담아서 제공하였다. 관능검사에 참여한 학생의 나이와 성별 등을 기록하

고 각 시료는 물컵, 시료를 벨는 컵과 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하였으며, 검사 중의 영향을 최소화하기 위하여 총 검사시간은 15~20분 이내로 실시하였다.

통계처리

모든 실험결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며, 각 측정 평균값간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중범위시험법을 사용하여 검증하였다.

결과 및 고찰

반죽의 발효 팽창력

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 반죽의 발효 팽창력은 Table 3과 같다. 발효 시간에 따른 발효 팽창력은 실험군들 모두 발효 시간이 늘어남에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 신안 섬초 대체량에 따른 발효 팽창력은 60분에서 4% 대체군이 93.33%로 가장 높았으나 대조군, 2% 및 4% 대체군은 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 또한 6%와 8% 대체군이 각각 73.33%와 78.67%로 유의적으로 낮은 값을 나타냈다($p < 0.05$). Shin과 Lee(29)는 반죽의 팽창에 영향을 미치는 탄산가스는 기포를 팽창시키며 이는 최초 용적의 10배까지 증가된다고 하였으며, Park 등(30)은 김치 첨가량이 증가할수록 식빵 반죽의 발효 시간이 단축되었는데 이는 반죽의 pH 감소로 효모 생육을 촉진시켜 가스 발생량을 증대시켰기 때문이라고 보고하였다. 또한 Kim 등(31)과 An 등(19)의 연구에서 일정량의 부재료 첨가는 반죽의 발효 팽창력을 증가시켰고, 완성된 제품의 비용적이 높았다. 이는 첨가된 부재료로 인해 반죽의 가스 보유력 증가와 탄력성 증가된 것이라고 하였다.

반죽의 pH와 총산도

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 반죽의 pH와 총산도는 Table 4와 같다. pH는 대조군이 5.88로 가장 낮았고, 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들의 pH는 각각 5.93, 6.03, 6.12, 6.18로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 본 실험에 사용된 신안 섬초 분말의 pH는 6.35로 반죽의 pH 증가는 신안

Table 3. Fermentation power of dough expansion of white bread with *Shinan seomcho* powder

<i>Shinan seomcho</i> powder (%)	Fermentation time (min)			
	15	30	45	60
0	9.33±4.62 ^{dNS1)}	30.67±2.31 ^{cNS}	49.33±10.07 ^{bNS}	81.33±8.33 ^{aA}
2	10.67±10.07 ^c	28.00±14.42 ^c	54.67±10.07 ^b	85.33±11.55 ^{aA}
4	5.33±4.62 ^d	23.33±11.02 ^c	54.67±6.11 ^b	93.33±2.31 ^{aA}
6	8.00±4.00 ^d	25.33±4.62 ^c	45.33±4.62 ^b	73.33±2.31 ^{aB}
8	2.67±2.31 ^c	14.67±8.33 ^c	44.00±10.58 ^b	78.67±6.11 ^{aB}

Values are mean±standard deviation (n=3).

¹⁾Means with different small letter superscripts in each row are significantly different ($p < 0.05$). Means with different capital letter superscripts in each column are significantly different ($p < 0.05$). NS: not significant.

Table 4. pH and total titratable acidity of white bread doughs and bread with *Shinan seomcho* powder

	<i>Shinan seomcho</i> powder (%)				
	0	2	4	6	8
Doughs pH	5.88±0.08 ^b	5.93±0.04 ^b	6.03±0.06 ^{ab}	6.12±0.10 ^a	6.18±0.10 ^a
Doughs TTA ¹⁾ (mL)	1.35±0.12 ^a	1.27±0.10 ^{ab}	1.20±0.03 ^{bc}	1.15±0.02 ^{bc}	1.06±0.06 ^c
Bread pH	5.42±0.18 ^{NS}	5.47±0.20	5.54±0.19	5.58±0.20	5.64±0.23
Bread TTA ¹⁾ (mL)	2.18±0.39 ^{NS}	2.02±0.26	1.95±0.24	1.82±0.17	1.75±0.15

Values are mean±standard deviation (n=3).

Means with the different superscripts (a-c) in the row are significantly different (p<0.05). NS: not significant.

¹⁾TTA: Total titratable acidity.

섬초 분말의 영향을 받은 것으로 사료되며, 반죽의 pH는 이스트 활성을 나타내는 지표로 pH 저하는 글루텐의 팽윤과 가스 보유력을 증가시킨다고 한다(32). Jung 등(33)의 연구에서 국화분말 첨가에 따라 식빵의 pH가 낮아졌으며 저장 기간에 따른 pH 변화는 첨가군이 대조군에 비해 pH 변화가 거의 없어 낮은 pH에서는 미생물증식 억제와 빵의 저장 안정성에 도움을 줄 수 있다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 반죽의 pH가 증가하여 이스트 활성저해와 가스 보유력 감소 등으로 최종 제품의 부피가 감소할 것이라고 예상되었다. 총산도는 대조군이 1.35 mL로 가장 높았고, 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 1.27 mL, 1.20 mL, 1.15 mL, 1.06 mL로 나타났으며 신안 섬초 분말 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05).

식빵의 pH와 총산도

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 pH와 총산도는 Table 4와 같다. pH는 대조군이 5.42로 가장 낮았고, 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들의 pH는 각각 5.47, 5.54, 5.58, 5.64로 나타나 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 높아지는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다(p<0.05). 이는 굽기 과정 중 발효 산물인 알코올과 탄산가스의 발생이 활발하게 일어나지 못한 결과라 사료된다. 총산도는 대조군이 2.18 mL로 가장 높았고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들의 산도는 2.02 mL, 1.95 mL, 1.82 mL, 1.75 mL로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내었으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다(p<0.05).

비용적과 굽기 손실률

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 비용

적과 굽기 손실률은 Table 5와 같다. 비용적은 대조군이 4.36 mL/g으로 가장 높았고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 3.84~4.32 mL/g으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 썩 분말(1), 부추 분말(34), 양배추 가루(35)에서도 첨가물의 양이 증가할수록 부피가 감소하는 결과를 나타냈다. 식빵의 부피는 밀가루 단백질의 함량과 질, 글루텐 발달 정도 등에 영향을 받으며 글루텐의 탄력성과 점성 성질은 그물망을 형성하고 팽창된 수증기를 보유하여 부피를 형성한다(34). 본 실험에서 4% 대체군까지 발효 팽창력이 증가하는 경향을 나타내어 비용적이 증가할 것으로 예상되었으나 이와 상이한 결과를 나타내었다. Chae(36)의 연구에서도 볶음 현미가루 10% 대체군까지 발효 팽창력이 증가하였으나 완성된 제품의 비용적은 유의적으로 낮아지는 결과를 나타내어 본 실험과 유사한 결과를 보였다. Mathewson(37)은 초기의 반죽 팽창력이 높아도 가스 보유력이 약하게 되면 빵의 부피는 감소한다고 하였다. 신안 섬초 분말 대체량 증가에 따라 pH 증가에 따른 가스 보유력 감소, 밀가루 단백질 함량 감소 및 글루텐 발달 저하 등으로 인해 비용적이 감소된 것으로 사료된다. 굽기 손실률은 대조군이 15.49%로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 14.44~15.36%로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). Bae 등(38)의 연구에서는 대추 추출액 첨가량이 증가할수록 굽기 손실률이 증가하는 경향을 보여 본 실험과 반대의 결과를 나타내었고, Freund(39)의 식빵의 표준 굽기 손실률인 13%보다 실험군들 모두 다소 높은 값을 나타내었다. 굽는 과정 중 휘발성 물질과 수분이 증발하여 무게가 감소하게 되는데 굽기 손실률 증가는 호화와 겉질의 착색 정도를 좋게 한다고 한다(38).

Table 5. Specific volume and baking loss of white bread with *Shinan seomcho* powder

<i>Shinan seomcho</i> powder (%)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss (%)
0	104.73±0.42 ^b	455.83±16.76 ^a	4.36±0.16 ^a	15.49±0.33 ^a
2	104.42±0.35 ^b	452.50±29.96 ^a	4.32±0.30 ^a	15.36±0.62 ^a
4	104.55±0.67 ^b	434.58±11.17 ^b	4.14±0.10 ^b	15.27±0.55 ^a
6	105.50±0.43 ^a	424.58±14.84 ^b	4.01±0.15 ^{bc}	14.44±0.39 ^b
8	105.27±0.80 ^a	407.08±22.61 ^c	3.84±0.22 ^c	14.68±0.81 ^b

Values are mean±standard deviation (n=12).

Means with the different superscripts in the column are significantly different (p<0.05).

Table 6. Moisture content and water activity of white bread with *Shinan seomcho* powder

	<i>Shinan seomcho</i> powder (%)				
	0	2	4	6	8
Moisture content (%)	40.68±0.53 ^b	40.90±0.19 ^{ab}	40.91±0.19 ^{ab}	40.80±0.18 ^{ab}	41.07±0.30 ^a
Water activity	0.941±0.017 ^{NS}	0.948±0.013	0.945±0.009	0.942±0.007	0.942±0.006

Values are mean±standard deviation (n=9).

Means with the different superscripts in the row are significantly different (p<0.05). NS: not significant.

수분 함량

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 수분 함량은 Table 6과 같다. 수분 함량은 대조군이 40.68%로 가장 낮았고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 40.90~41.07%로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Seo 등(40)의 연구에서는 시금치 첨가량이 증가함에 따라 삶은 면의 중량과 수분 흡수율이 증가하는 결과를 나타내었다. 이는 신안 섬초의 식이섬유 함량 증가에 따른 수분 보유력 증가로 사료되며, Pomeranz 등(41)은 식이섬유 첨가는 글루텐을 희석시켜 식빵의 부피를 감소시킨다고 하였다. 메밀가루 식빵(42)과 검정콩 분말 식빵(43)에서도 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다.

수분 활성도

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 수분 활성도는 Table 6과 같다. 수분 활성도는 대조군이 0.941로 가장 낮은 값을 나타냈으며, 신안 섬초 분말 대체군들이 다소 높은 경향을 나타냈다. 수분 활성도는 제품의 저장성에 영향을 미치는 인자로 조섬유 함량(44)과 hydroxypropylmethyl cellulose, methyl cellulose, sodium alginate 등의 검류(45)는 수분 보유력이 증가되어 수분 활성도를 증가시킨다고 한다. 일반적인 빵류의 수분 활성도는 0.96~0.98로 본 실험군들은 다소 낮은 값을 나타냈다(46).

색도

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵 crust와 crumb의 색도는 Table 7과 같다. Crust의 L값은 대조군이 43.44로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 35.53~39.38로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). a값은 대조군이 8.19로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군

들은 3.99~6.16으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). b값은 대조군이 19.49로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 11.56~15.58로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). Crumb의 L값은 대조군이 61.47로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 43.94~54.52로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). a값은 대조군이 -1.78로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 -5.25~-4.78로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 그러나 b값은 대조군으로 대조군이 8.74로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 15.01~17.09로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 실험에 사용된 밀가루의 색도는 L=73.21, a=-1.09, b=7.07이었고, 신안 섬초 분말의 색도는 L=41.30, a=-8.27, b=18.18로 신안 섬초 분말 자체 색의 영향을 받은 것으로 사료된다. 클로렐라 분말 식빵(47)에서도 crust의 L, a 및 b값이 클로렐라 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다. Crumb의 경우 L, a값은 클로렐라 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, b값은 클로렐라 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하는 결과를 보여 본 실험과 유사하였다.

조직감

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 조직감은 Table 8과 같다. 경도는 대조군이 32.51 g으로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 40.06~47.05 g으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 새송이버섯 분말 식빵(48)과 황기 분말 식빵(24)에서도 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 결과를 보여 본 실험과 유사하였다. 빵의

Table 7. Color of white bread with *Shinan seomcho* powder

Hunter value		<i>Shinan seomcho</i> powder (%)				
		0	2	4	6	8
Crust	L	43.44±2.90 ^a	38.43±2.60 ^b	39.38±1.26 ^c	35.75±1.98 ^{cd}	35.53±2.71 ^d
	a	8.19±1.81 ^a	6.16±0.89 ^b	4.77±0.46 ^c	4.38±0.52 ^{cd}	3.99±0.75 ^d
	b	19.49±1.27 ^a	15.01±2.88 ^b	15.58±2.51 ^b	12.66±2.99 ^c	11.56±3.59 ^c
Crumb	L	61.47±0.68 ^a	54.52±0.65 ^b	49.82±0.45 ^c	46.23±0.67 ^d	43.94±0.25 ^e
	a	-1.78±0.07 ^a	-4.78±0.10 ^b	-5.15±0.16 ^c	-5.17±0.09 ^c	-5.25±0.06 ^d
	b	8.74±1.05 ^d	15.01±1.24 ^c	16.28±1.19 ^b	16.33±0.13 ^b	17.09±1.58 ^a

Values are mean±standard deviation (n=36).

Means with the different superscripts in the row are significantly different (p<0.05).

Table 8. Textural characteristics of white bread with *Shinan seomcho* powder

	<i>Shinan seomcho</i> powder (%)				
	0	2	4	6	8
Hardness (g)	32.51±7.92 ^c	40.06±9.36 ^b	41.93±5.53 ^{ab}	44.17±5.28 ^{ab}	47.05±5.22 ^a
Fracturability (g)	9.97±0.16 ^b	10.08±0.24 ^{ab}	10.13±0.16 ^a	10.10±0.15 ^{ab}	10.12±0.15 ^{ab}
Resilience	1.84±0.11 ^a	1.77±0.09 ^{ab}	1.64±0.37 ^{ab}	1.51±0.49 ^b	1.51±0.48 ^b

Values are mean±standard deviation (n=12).

Means with the different superscripts in the row are significantly different (p<0.05).

부피, 수분 함량, 기공의 발달 정도는 빵의 경도에 영향을 주는데 기공이 잘 발달된 빵은 부피가 크고 부드러기 때문에 경도가 낮아지는 것으로 보고되었다. 부서짐성은 대조군이 9.97 g으로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 4% 대체군은 10.13 g으로 가장 높게 나타났으며, 2%, 6% 및 8% 대체군들은 10.08 g, 10.1 g, 10.12 g으로 세 시료간에 유의적인 차이는 없었다(p<0.05). 복원성은 대조군이 1.84으로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 1.51~1.77로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05).

표면 관찰

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 표면은 Fig. 1에 나타내었다. Crumb의 색상은 신안 섬초 분말의 첨가량이 증가할수록 어두우면서 진한 녹색으로 변화하였다. 이것은 신안 섬초 분말에 함유된 클로로필 색소에 영향을 받은 것으로 생각된다.

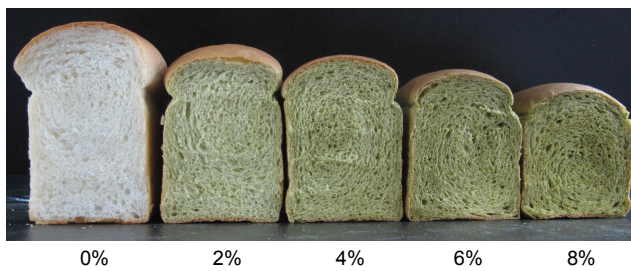


Fig. 1. Internal surface appearance white bread with *Shinan seomcho* powder.

관능검사

신안 섬초 분말의 대체량을 달리하여 제조한 식빵의 관능 검사 결과는 Table 9와 같다. 풀향은 대조군이 1.26으로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8% 대체군들은 3.81~5.97로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 녹차 맛은 대조군이 1.15로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 3.54~5.63으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 쓴맛은 대조군이 1.22로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 2.78~4.26으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 뽀은맛은 대조군이 1.29로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 2.51~4.00으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 부적합한 향미는 대조군이 1.43으로 가장 낮게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 2.79~4.65로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다(p<0.05).

색은 대조군은 6.81로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 5.31~6.15로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 향미는 대조군이 6.78로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 4.37~5.63으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 부드러움은 대조군이 7.01로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체군들은 5.66~6.43으로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 종합적인 기호도는 대조군이 6.88로 가장 높게 나타났고 신안 섬초 분말 대체

Table 9. Sensory characteristics of white bread with *Shinan seomcho* powder

	<i>Shinan seomcho</i> powder (%)				
	0	2	4	6	8
Grass flavor	1.26±0.70 ^d	3.81±1.62 ^c	4.37±2.03 ^c	5.22±2.11 ^b	5.97±2.28 ^a
Green tea taste	1.15±0.43 ^e	3.54±1.68 ^d	4.26±2.06 ^c	5.01±2.11 ^b	5.63±2.23 ^a
Bitterness	1.22±0.84 ^c	2.78±1.79 ^b	3.13±2.01 ^b	4.04±2.45 ^a	4.26±2.74 ^a
Astringency	1.29±0.99 ^d	2.51±1.77 ^c	2.99±2.06 ^{bc}	3.60±2.29 ^{ab}	4.00±2.60 ^a
Off-flavor	1.43±1.25 ^d	2.79±2.04 ^c	3.09±2.08 ^c	3.88±2.32 ^b	4.65±2.62 ^a
Color	6.81±1.70 ^a	5.97±1.33 ^b	6.15±1.42 ^b	5.78±1.67 ^{bc}	5.31±2.29 ^c
Flavor	6.78±1.65 ^a	5.63±1.59 ^b	5.49±1.60 ^{bc}	4.99±1.76 ^c	4.37±1.96 ^d
Softness	7.01±1.28 ^a	6.43±1.50 ^b	6.22±1.52 ^b	6.15±1.53 ^{bc}	5.66±1.76 ^c
Overall acceptability	6.88±1.54 ^a	5.75±1.64 ^b	5.56±1.61 ^{bc}	5.10±1.63 ^c	4.49±1.97 ^d

Values are mean±standard deviation (n=68).

Means with the different superscripts in the row are significantly different (p<0.05).

군들은 4.49~5.75로 나타났으며, 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$).

이 결과를 종합적으로 살펴보았을 때 식빵의 물리적 특성과 소비자 기호도 등을 고려하여 신안 섬초 분말 2~4%로 첨가하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

요 약

본 연구에서는 신안 섬초 분말을 이용한 기능성 식빵을 개발하고자 하였다. 신안 섬초 분말 2, 4, 6 및 8%를 대체한 식빵을 제조하여 이화학적, 관능적 품질특성을 조사하였다. 신안 섬초 분말을 첨가한 식빵의 pH와 총산도는 대조군과 대체군과의 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). 식빵의 비용적 과 굽기 손실률은 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 수분 함량은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고($p < 0.05$), 수분 활성도는 대조군과 대체군과의 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 식빵의 색도 측정 결과 crust의 L, a, b값은 신안 섬초 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). Crumb의 L, a값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으나($p < 0.05$), b값은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 식빵의 경도는 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였고($p < 0.05$), 부서짐성은 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 복원성은 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 관능검사 결과 색상, 향기, 부드러움 및 종합적인 기호도는 대조군이 가장 높았고, 신안 섬초 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 이상의 결과에서, 신안 섬초 분말을 대체한 식빵의 제조 시 2~4%로 대체하는 것이 적절할 것으로 사료되었다.

문 헌

- Jung IC. 2006. Rheological properties and sensory characteristics of white bread with added mugwort powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 16: 332-343.
- Moon BS, Lee KS. 1995. *Food material*. Soohaksa, Seoul, Korea. p 76.
- Kim NY, Yoon SJ, Jang MS. 1993. Effect of blanching on the chemical properties of different kind of spinach. *Korean J Soc Food Sci* 9: 204-209.
- Shin YM, Kwon OY, Lee KJ, Kim HY, Kim MR. 2005. Storage characteristics of tofu added with spinach juice. *Chungnam J Human Ecology* 18: 75-82.
- 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.
- <http://www.seomcho.com/sub04/sub01.do>. Oct. 20, 2012.
- Jang JJ, Cho KJ, Lee YS, Bae JH. 1991. Modifying responses of allyl sulfide, indole-3-carbinol and germanium in a rat multi-organ carcinogenesis model. *Carcinogenesis* 12: 691-695.
- Mochizuki H, Kada T. 1982. Antimutagenic effect of Ge-132 on gamma-ray-induced mutations in *Escherichia coli* B/r WP2 trp-. *Int J Radiat Biol Relat Stud Phys Chem Med* 42: 653-659.
- Suzuki F, Brutkiewicz RR, Pollard RB. 1986. Cooperation of lymphokine(s) and macrophages in expression of anti-tumor activity of carboxyethylgermanium sesquioxide (Ge-132). *Anticancer Res* 62: 177-182.
- Aso H, Suzuki F, Yamaguchi T, Hayashi Y, Ebina T, Ishida N. 1985. Induction of interferon and activation of NK cells and macrophages in mice by oral administration of Ge-132, an organic germanium compound. *Microbiol Immunol* 29: 65-74.
- DiMartino MJ, Lee JC, Badger AM, Muirhead KA, Mirabelli CK, Hanna N. 1986. Antiarthritic and immunoregulatory activity of spirogermanium. *J Pharmacol Exp Ther* 236: 103-110.
- Sasaki K, Ishikawa M, Monma K, Takayanagi G. 1984. Effect of carboxyethylgermanium sesquioxide (Ge-132) on the acute inflammation and CCl₄ induced hepatic damage in mice. *Pharmacometrics* 27: 1119-1131.
- Kumano N, Nakai Y, Ishikawa T, Koinumaru S, Suzuki S, Konno K. 1978. Effect of carboxyethylgermanium sesquioxide on the methylcholathrene-induced tumorigenesis in mice. *Sci Rep Res Inst Tohoku Univ* 25: 89-95.
- Lee HM, Chung Y. 1991. Effects of organic germanium on metallothionein induction in liver and kidney of cadmium and mercury intoxicated rats. *Yakhak Hoeji* 35: 99-110.
- Ho CC, Chern YF, Lin MT. 1990. Effects of organo-germanium compound 2-carboxyethyl germanium sesquioxide on cardiovascular function and motor activity in rats. *Pharmacology* 41: 286-291.
- Moon SW, Park SH. 2008. Quality characteristics of white pan bread with chungkukjang powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 633-639.
- Choi KS, Oh YJ. 2008. Effect of steam-dried *Hizikia fusiformis* powder on the rheological and sensory profile of bread. *Korean J Culinary Research* 14: 11-20.
- Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim AR, Kim MJ, Moon JH, Kang HM, Lee HD, Hong YK, Ahn DH. 2008. Effect of extracts from *Sargassum siliquastrum* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 490-496.
- An HL, Lee KS, Park SJ. 2008. Quality characteristics of white pan bread with mesangi (*Capsosiphon fulvecense*). *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 563-568.
- Shin GM. 2008. Rheological properties of flour dough added powder of *Poria cocos* Wolf. *Korean J Food Preserv* 15: 197-202.
- Lee SB, Lee KH, Lee KS. 2008. Quality characteristics of white pan bread with mulberry extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 805-811.
- Park WP, Cho SH, Lee SC, Kim SY. 2008. Quality characteristics of bread added with powder and concentrate of *Prunus mume*. *Korean J Food Preserv* 15: 682-686.
- Bae JY, Park LY, Lee SH. 2008. Effects of *Salicornia herbacea* L. powder on making wheat flour bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 908-913.
- Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
- Shin GM, Kim DY. 2008. Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas* nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15: 497-504.
- Lee SJ, Paik JE, Han MR. 2008. Effect of xylitol on bread properties. *Korean J Food & Nutr* 21: 56-63.

27. He H, Hosoney RC. 1991. Gas retention of different cereal flours. *Cereal Chem* 68: 334-336.
28. Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e.V. (Association of cereal research). 1994. *Standard-Methoden für Getreide, Mehl und Brot*. 7th ed. Verlag Moritz Schäfer, Detmold, Germany. p 283-287.
29. Shin DH, Lee YW. 2002. Quality attributes of bread with soybean milk residue-wheat flour. *Korean J Food & Nutr* 15: 314-320.
30. Park IK, Kim MK, Kim SD. 2000. Studies on preparation and quality of kimchi-bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 10: 229-238.
31. Kim YS, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of domestic wheat white bread with substituted *Nelumbo nucifera* G. tea powder. *Korean J Food & Nur* 21: 448-456.
32. Ki MR, Kim RY, Chun SS. 2005. Effects of *kimchi* powder on the quality of white bread dough. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 334-339.
33. Jung SI, Shin EJ, Choi SU. 2010. Properties and preservation of the plain bread changed by the addition of chrysanthemum powder. *J Life Sci* 20: 197-201.
34. Jung HS, Noh KH, Go MK, Song YS. 1999. Effect of leek (*Allium tuberosum*) powder on physicochemical and sensory characteristics of breads. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 113-117.
35. Kim SH, Lee HJ, Paik JE, Joo NM. 2012. Quality characteristics and storage stability of bread with cabbage powder. *Korean J Food Cookery Sci* 28: 431-441.
36. Chae CG. 2011. Quality characteristics of bread prepared with flour partly substituted by roasted brown rice flour. *MS Thesis*. Kyungpook National University, Sangju, Korea.
37. Mathewson PR. 2002. Enzymatic activity during bread baking. *Cereal Foods World* 45: 98-101.
38. Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Im MH, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the white bread prepared by addition of jujube extracts. *Korean J Food Sci Technol* 37: 603-610.
39. Freund W. 1995. *Bäckerei-Konditorei Management V. Verfahrenstechnik Brot und Kleingebäck*. Gildebuchverlag, Alfeld, Germany. p 97.
40. Seo JH, Kang HW, Han JS. 2012. Quality characteristics of *Jajang* noodles with added spinach. *J East Asian Soc Dietary Life* 22: 278-289.
41. Pomeranz Y, Shogren MD, Finney KF, Bechtel DB. 1977. Fiber in breadmaking-effects on functional properties. *Cereal Chem* 54: 25-41.
42. Choi SN, Chung NY. 2007. The quality characteristics of bread with added buckwheat powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 664-670.
43. Im JG, Kim YH. 2003. Quality characteristics of bread prepared by the addition of black soybean powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 334-342.
44. 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: 723-729.
45. Kim MY, Lee JH, Lee SK. 2009. Quality characteristics of white pan bread containing HPMC, MC, and sodium alginate. *Korean J Food Sci Technol* 41: 278-283.
46. Han IJ, Kim RY, Kim YM, Ahn CB, Kim DW, Park KT, Chun SS. 2007. Quality characteristics of white bread with red ginseng marc powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 242-249.
47. Jeong CH, Cho HJ, Shim KH. 2006. Quality characteristics of white bread added with chlorella powder. *Korean J Food Preserv* 13: 465-471.
48. 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.

(2012년 11월 20일 접수; 2013년 4월 1일 채택)