

스피루리나를 첨가한 식빵의 품질 특성

강선희 · 이지연 · 김효진 · 김혜란 · 유보람 · 김민지 · 양기현 · 심은경 · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of Pan Bread with Spirulina Powder

Sun Hee Kang, Ji Yeon Lee, Hyo Jin Kim, Hye Ran Kim, Bo Ram You, Min Ji Kim,
Ki Hyun Yang, Eun Kyoung Shim and Mee Ree Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the quality characteristics of bread prepared with spirulina powder (0, 0.4, 0.8, and 1.2%). The volume and specific volume of bread decreased with increasing spirulina powder content. The pH of the bread with 1.2% spirulina powder was the highest. Content of phycocyanin increased with addition of spirulina powder. For color values, increasing spirulina powder content resulted in decreased lightness, redness, and yellowness in the crust. Amylogram showed that spirulina addition increased initial gelatinization temperature, decreased breakdown, and lowered the setback and consistency, which prevented retrogradation. Moreover, the hardness of spirulina bread decreased as spirulina addition increased. Further, springiness, cohesiveness, gumminess, chewiness, and resilience of bread with 0.8% spirulina powder were the lowest. Sensory results showed that the scores of overall preference and buying intention in the bread with 0.8% spirulina were the highest among the control and other groups.

Key words : Bread, spirulina, amylogram, quality characteristics.

서 론

스피루리나는 나선형 모양의 다세포성 독립영양생물로서 (스피루리나 연구회 2005), 지구상에서 가장 오래된 조류의 하나로 인류의 좋은 식량으로 사용되어 왔다. 생물학적 활성을 갖는 물질을 함유하고 있는 스피루리나는 최근 그 안정성을 WHO, FAO, UNIDO, UNICEF의 국제기구들로부터 인정을 받아 건강기능식품으로 활용되고 있다(Son *et al* 2008). 스피루리나에는 단백질 60~70%, 탄수화물 15~20%, 지방질 6~9% 이외에도 다량의 무기질, 비타민 및 섬유질을 함유하고 있으며(Kay RA 1991), 피코시아닌, 엽록소, 베타카로틴 색소를 갖고 있다. 피코시아닌 색소는 최근 연구가 활발한 색소 성분 중 하나로 남조류에만 함유된 청색 색소로서(Ciferri O 1983), 활성 산소에 대한 항산화 성분이 있어 노화 억제제를 비롯하여 성인병 예방 효과, 혈액 순환 개선, GLA의 지질대사 활성화, 간 기능 개선 등 여러 가지 질병의 예방 또는 치료에 효과가 있다(스피루리나 연구회 2005).

한편, 최근 급격한 사회, 경제적 발전과 소득 수준이 향상

됨에 따라 식생활에도 큰 변화를 가져왔다. 식사 대응으로 간편하게 먹을 수 있는 빵은 최근 기호가 다양해지고 고급화됨에 따라 기능성을 부여한 빵에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 단감가루(Chung *et al* 2002), 감잎 분말(Kang *et al* 2000, Bae *et al* 2001), 녹차가루(Im & Kim 1999), 호박(Moon *et al* 2004), 연근(Kim *et al* 2002), 청국장(Kim *et al* 2007), 양파(Bae *et al* 2003), 신선초(Choi *et al* 1999), β -Glucan(Jo *et al* 2007), 키토산(Kim JS 2004) 등을 첨가한 빵의 품질 특성에 대한 연구들이 보고되어 다양한 기능성 식품 소재들을 부재료로 첨가하여 제조한 식빵의 특성에 관한 연구가 활발하게 이루어져 왔으나, 스피루리나를 이용한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 스피루리나를 식품재료로 다양하게 사용하기 위한 연구의 일환으로 생리활성과 식품영양학적 특성이 우수한 스피루리나를 대중적으로 소비되는 식빵에 첨가하여 품질 특성에 미치는 영향을 조사하고, 식빵의 품질 특성과 관능적 특성을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서는 식빵의 재료로 밀가루(백설 빵용 밀가루,

[†] Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

강력분), 소금(하얀 나라 꽃소금, 영진그린식품), 분유(서울 전지분유), 설탕(큐원 정백당), S-500(유니온 무역상사), 이스트(오뚜기 생이스트), 버터(서울우유 버터)를 사용하였으며, 스피루리나는 (주) ES 바이오텍(천안)에서 제공받아 사용하였다.

2. 시료의 제조

스피루리나를 첨가한 식빵은 Table 1과 같은 배합 비율로 제조하였다. 밀가루에 스피루리나를 0%, 0.4%, 0.8%, 1.2%가 되도록 첨가하고, 제빵의 반죽은 직접 반죽법으로 수직형 반죽기(Hobart, USA)를 사용하였으며, 27℃ 발효기(EP-20, Daeyoung Co., Korea)에서 40분 동안 1차 발효를 하였다. 460 g 씩 분할하여 10분 동안 벤치타임을 주었으며, 30℃에서 40분 동안 2차 발효를 한 후 윗불 170℃, 아랫불 190℃에서 20분 굽기를 하고, 1시간 방냉하여 폴리에틸렌 비닐로 포장하였다.

3. 실험 방법

1) 부피 측정

식빵의 부피는 상온에서 한 시간 동안 방치시킨 후 종자치환법(AACC 72-10)에 의해 측정하였으며 이것으로부터 specific loaf volume을 계산하였다.

2) pH 측정

식빵 15 g을 증류수 100 mL에 넣고 2분간 Bag Mixer(Bag mixer 400, window door/porte fenetre)에서 speed 7로 균질화

한 후, 25℃에서 30분간 방치하여 상층액을 실험에 사용하였다. pH meter(Orion 420A, Orion Research Inc, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

3) 피코시아닌 색소 측정

식빵 10 g에 증류수 100 mL를 넣어 1분간 blending 시켜 15시간 교반 후 원심분리 (3,000 rpm 10 min. 4℃)하여, 상등액을 취해서 filter paper에 거른 뒤, spectrophotometer(Model 80-2088-64, Pharmacia Biotech Co., England)를 사용하여 620 nm, 652 nm에서 흡광도의 값으로 아래의 식에 의해 계산하여 나타내었다(Shim EK 2008).

$$C\text{-phycocyanin}(\text{mg/mL})=[A_{620}-0.474(A_{652})]/5.34$$

$$\text{Allophycocyanin}(\text{mg/mL})=[A_{652}-0.208(A_{620})]/5.09$$

4) 색도 측정

색도는 식빵의 crust 부분을 분쇄기로 곱게 마쇄한 후 5 g을 패트리디쉬에 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 이용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE값(색차지수) 값을 4회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 이 때의 표준색은 L값은 90.46, a값은 0.13, b값은 3.36인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

5) Amylograph 측정

밀가루의 호화 점도 변화는 Visco-amylograph(801360, Brabender, Germany)를 사용하여 AACC method 22-10 방법(AACC 1983)에 따라 측정하였다. 시료 65 g을 물 450 mL에 분산시킨 현탁액을 25℃에서 95℃까지 1.5℃/min의 속도로 승온시킨 후 95℃에서 15분간 유지시키고, 다시 1.5℃/min의 속도로 50℃까지 냉각시킨 후 15분간 유지시키면서 호화개시 온도, 최고 점도, 최고 점도 시의 온도, 붕괴 점도, setback 및 consistency 등을 구하였다.

6) 식빵의 물성

식빵의 물성학적 특성을 알아보기 위해 식빵의 crumb 부분을 주사위 모양(1×1 cm)으로 깎둑썰기 하여 Texture analyzer를 사용하여 측정하였다. Probe를 2회 연속적으로 눌렀을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도, 씹힘성, 응집성 탄력성 및 복원성을 4회 반복 측정하여 평균값을 이용하였다. 이때 probe는 직경이 25 mm인 compression plate였고, force threshold는 20 g, pre-test, post-test, speed 및 test speed는 5.0 m/s로 통일하고 압축 시 변형률 70%를 주어 측정된 값을 사용하였다.

Table 1. Formulas of spirulina added bread preparation
(unit : g)

Ingredients	Spirulina powder content(%)			
	0	0.4	0.8	1.2
Wheat flour	240	239	238	237
Spirulina powder	0	1	2	3
Salt	4	4	4	4
Sugar	14	14	14	14
Butter	48	48	48	48
Yeast food(s-500) ¹⁾	2.5	2.5	2.5	2.5
Yeast	9.5	9.5	9.5	9.5
Water	96	96	96	96
Egg	48	48	48	48
Powdered milk	7	7	7	7

¹⁾ Yeast food : nutrient of yeast, dough conditioners.

7) 관능검사

스피루리나 첨가 식빵에 대하여 9점 척도법을 사용하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사를 위한 패널은 충남대학교 식품영양학과 학생 30명을 대상으로 하였다. 강도 특성에 대한 관능검사는 충남대학교 식품영양학과 학생 10명을 panel로 선정하여 검사 방법과 평가 특성을 교육시킨 후 검사를 실시하였고, 패널 20명은 기호도 검사를 실시하였다. 시료는 3자리 난수를 표기한 코팅된 일회용 접시에 담아서 제시하였다. 평가 항목은 외관, 냄새, 맛, 조직감에 대한 특성에 대하여 9점 척도법(1점: 매우 약함, 9점: 매우 강함)을 사용하여 평가하였으며, 다음 시료 평가에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 물과 함께 제시하였다. 기호도에 대한 관능검사는 훈련 받지 않은 대학생 30명을 대상으로 평가 항목은 색, 향기, 맛, 조직감, 전반적인 기호도에 대해서 기호도 검사와 구입의향에 대하여 9점 척도법으로 평가하였다.

8) 통계처리

스피루리나 첨가 식빵의 실험은 3회 이상 반복하였으며, 실험 결과, 데이터의 통계분석은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램을 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료 간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 식빵의 부피

스피루리나 첨가량을 달리하여 제조한 스피루리나 식빵의 부피 변화는 Table 2와 같다. 스피루리나 첨가 식빵의 부피는 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고, 비용적도 스피루리나 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 단감 가루 첨가 식빵(Chung *et al* 2002)은 첨가량이 많을수록 비용적은 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. 반면에 양과 분말을 첨가한 식빵의 비용적은 무첨가구에 비해 증가하였다고 보고(Bae *et al* 2003)하여 식빵은 첨가되는 재료에 따라 부피가 달라지는 것으로 생각된다.

Table 2. Volume of spirulina added breads

	Spirulina powder content(%)			
	0	0.4	0.8	1.2
Loaf volume(cc)	730	720	690	550
Specific volume(cc/g)	3.419	3.368	3.313	2.633

2. 식빵의 pH

스피루리나 첨가량을 달리하여 제조한 스피루리나 식빵의 pH 측정 결과는 Table 3과 같다. 0.4%와 0.8% 첨가구는 각각 5.77과 5.79로 첨가구간에 유의적인 차이가 없었으나, 5.75를 나타낸 대조구와는 유의적인 차이를 나타냈다. 1.2% 첨가구는 5.84로 가장 높게 나타났으며, 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). 이는 키토산을 첨가한 식빵(Lee *et al* 2002)에서 가장 많은 키토산 첨가량을 넣은 첨가구에서는 pH가 높게 측정되어 본 실험에서 식빵의 pH 결과와 유사하였다.

3. 피코시아닌 색소

스피루리나 첨가에 따른 식빵의 피코시아닌 색소 결과는 Fig. 1과 같다. C-PC(C-phycoyanin)는 스피루리나 0.4% 첨가구가 0.0109 mg/mL, 0.8% 첨가구가 0.013 mg/mL, 1.2% 첨가구가 0.0254 mg/mL로 스피루리나 첨가 농도가 증가할수록 C-PC값이 유의적으로 증가하였다. APC(allophycoyanin)는 스피루리나 0.4% 첨가구가 0.0143 mg/mL, 0.8% 첨가구가 0.018 mg/mL, 1.2% 첨가구가 0.0227 mg/mL로 스피루리나 첨가 농도가 증가할수록 APC값이 유의적으로 증가하였다. 이는 스피루리나 첨가 기능성 생면(Lee *et al* 2008)에서와 같이 스피루리나를 첨가할수록 C-PC, APC 값이 모두 높아진다는 보고와 일치한 결과를 나타냈다. 이러한 결과로 보

Table 3. pH of spirulina added breads

	Spirulina powder content(%)			
	0	0.4	0.8	1.2
pH	5.75±0.01 ^(c)	5.77±0.01 ^(b)	5.79±0.01 ^(b)	5.84±0.01 ^(a)

¹⁾ Means in the same row with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

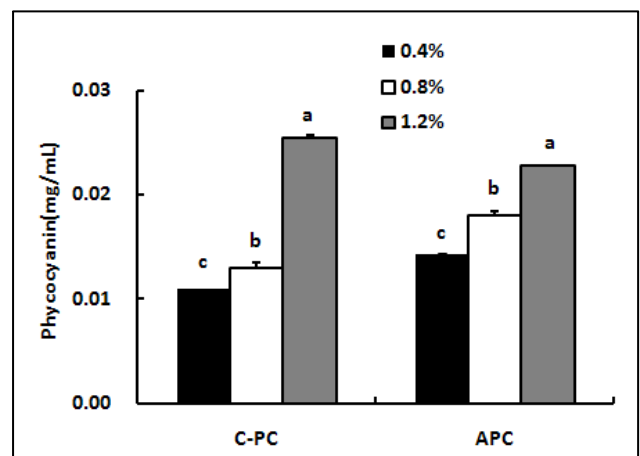


Fig. 1. Phycocyanin of spirulina added breads.

아 스피루리나 첨가량이 증가할수록 스피루리나 식빵의 항산화능 효과를 더욱더 높일 수 있다고 볼 수 있다.

4. 식빵의 색도

스피루리나 첨가 식빵의 crust 색도 변화를 측정한 결과는 Table 4와 같다. L값은 대조구가 62.44로 가장 높았고, 0.4%와 0.8% 첨가구는 각각 51.16과 47.55로 감소하였으며, 특히 1.2% 첨가구는 42.33으로 가장 낮은 값을 나타냈다. a값은 대조구에 비하여 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈으며, b값은 대조구가 24.06으로 가장 높았고, 스피루리나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 빵의 색도는 첨가한 식품 본연의 색, 당의 양과 종류, pH, 온도 등의 영향을 받는 것으로 알려져 있는데(Shin & Kim 2008), 이는 클로렐라를 첨가한 식빵(Jeong *et al* 2006)에서는 crust의 L, a, b값 모두 감소한다고 보고하였고, 스피루리나를 첨가한 콩다식(Kim *et al* 2008)에서도 L, a, b값 모두 감소한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다. 이와 달리 황기 분말 식빵(Min & Lee 2008)의 연구에서는 빵 껍질의 L값은 감소하였고, a값은 증가하였으며, b값은 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 따라서 각 기능성 식품 재료가 갖는 고유의 색상에 따라 제품의 색도 특성이 달라지는 것으로 사료된다.

5. Amylograph에 의한 반죽 특성

스피루리나 첨가 밀가루의 호화에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 amylograph를 이용하여 amylogram을 얻은 결과는 Table 5와 같다. 호화 개시 온도는 대조군, 스피루리나 0.4, 0.8, 1.2% 첨가군이 각각 59.5, 62.5, 63, 64°C로 나타났으며, 이는 스피루리나의 첨가 농도가 증가함에 따라 점차 높은 값을 보였다. 따라서 스피루리나를 첨가한 밀가루는 첨가하지 않은 대조군보다 약간 높은 온도에서 호화가 진행되는 것을 알 수 있었다. 최고점도는 대조군이 94°C에서 680 B.U.를 나타냈고, 스피루리나 첨가량이 0.4%에서 1.2%까지 증가함에 따라 온도는 91, 90, 89.5°C로 감소하였으며, 점도는 680, 600, 580 B.U.로 나타나 스피루리나 첨가량이 증가

함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 95°C에서 15분 후의 점도는 대조구가 500 B.U.로 가장 높았으며, 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 낮은 값을 나타냈다. 붕괴 점도(break-down)는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 붕괴점도가 낮다는 것은 입자 간의 결합력이 높다는 것을 의미하므로, 스피루리나 첨가가 밀가루 입자간의 결합력을 증가시켜 주는 역할을 하는 것으로 보인다. 또한 스피루리나 첨가량을 증가시키에 따라 set back, consistency가 감소하였다. Set back, consistency가 크다는 것은 노화되기 쉽거나 또는 겔이 형성되기 쉽다는 것을 의미하므로 스피루리나 첨가가 식빵의 노화를 지연시켜 줄 수 있음을 나타내었다.

6. 식빵의 물성

스피루리나 첨가 식빵을 texture analyzer를 사용하여 식빵의 텍스처를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 스피루리나 첨가량에 따른 경도의 변화는 스피루리나를 첨가할수록 경도가 유의적으로 감소하였다. 스피루리나 첨가량에 따른 탄력성은 대조구가 1.12로 가장 높게 나타났으며, 0.4% 첨가구와 0.8% 첨가구는 각각 1.02와 0.80을 나타내어 대조구에 비하여 낮은 탄력성을 나타냈으나, 1.2% 첨가구의 탄력성은 0.99를 나타내어 다소 증가하였다. 응집성, 점성, 씹힘성, 복원성은 탄력성과 같은 경향으로 대조구가 가장 높게 나타나고, 0.4% 첨가구와 0.8% 첨가구는 대조구에 비하여 낮게 나타나 조직감이 부드러워지는 것으로 나타났다. 이는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 생면의 수분 함량이 증가하는(Lee *et al*

Table 5. Brabender amylograph characteristics of flour with different spirulina concentration

	Spirulina powder content(%)			
	0	0.4	0.8	1.2
Initial pasting temp(°C)	59.5	62.5	63	64
Peak viscosity(B.U.)	680	680	600	580
Temp at peak viscosity(°C)	94	91	90	89.5
Viscosity at 95°C(B.U.)	540	500	460	460
95°C, 15 min(B.U.)	500	460	440	420
Viscosity at 50°C(B.U.)	1050	980	900	860
Breakdown ¹⁾ (B.U.)	140	180	140	120
Set back ²⁾ (B.U.)	370	300	300	280
Consistency ³⁾ (B.U.)	510	480	440	400

¹⁾ Breakdown = Peak viscosity - Viscosity at 95°C.

²⁾ Setback = Viscosity at 50°C - Peak viscosity.

³⁾ Consistency = Viscosity at 50°C - Viscosity at 95°C.

Table 4. Color for crust of spirulina added breads

	Spirulina powder content(%)			
	0	0.4	0.8	1.2
Lightness	62.44±0.13 ^{a1)}	51.16±0.19 ^b	47.55±0.05 ^c	42.33±0.40 ^d
Redness	11.13±0.07 ^a	8.75±0.05 ^b	7.77±0.17 ^c	6.35±0.10 ^d
Yellowness	24.06±0.04 ^a	22.00±0.02 ^b	20.64±0.11 ^c	19.16±0.10 ^d

¹⁾ Means in the same row with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 6. Texture of spirulina added breads

	Spirulina powder content(%)			
	0	0.4	0.8	1.2
Hardness(g)	131.2±0.84 ^{a1)}	123.5±0.55 ^b	116.9±1.11 ^c	104.5±2.84 ^d
Springiness	1.12±0.17 ^a	1.02±0.06 ^{ab}	0.80±0.25 ^b	0.99±0.02 ^{ab}
Cohesiveness	0.74±0.01 ^a	0.67±0.05 ^b	0.57±0.06 ^c	0.69±0.03 ^{ab}
Gumminess	97.35±1.18 ^a	82.31±5.84 ^b	66.68±6.85 ^c	71.66±2.46 ^c
Chewiness	109.2±17.49 ^a	83.53±5.44 ^b	54.75±20.65 ^c	70.95±2.6 ^{bc}
Resilience	0.27±0.01 ^a	0.24±0.03 ^a	0.19±0.03 ^b	0.24±0.02 ^a

¹⁾ Means in the same row with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

2008) 경향을 보인 연구에서 알 수 있듯이 스피루리나의 수분함량이 물성의 변화에 영향을 미쳐 조직감이 부드러워지는 것으로 사료된다.

7. 관능검사

스피루리나를 첨가한 식빵의 관능평가는 Table 7과 같다.

색에 대한 기호도는 대조구가 7.2점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.7점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 7.2점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.0점으로 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 전반적인 향에 대한 기호도는 대조구가 6.8점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.3점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 6.4점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.1점으로 나타났다. 대조구에 비해 1.2%

Table 7. Sensory characteristics of spirulina added breads

Sensory characteristics	Spirulina powder content(%)				
	0	0.4	0.8	1.2	
Preference	Color	7.2±0.8 ^a	6.7±0.9 ^b	7.2±0.9 ^{ab}	6.0±0.9 ^c
	Odor	6.8±0.8 ^a	6.3±1.1 ^a	6.4±1.2 ^a	6.1±1.6 ^a
	Taste	7.1±1.0 ^{ab}	6.4±1.4 ^b	7.3±1.4 ^a	6.3±1.3 ^b
	Texture	6.6±1.1 ^{ab}	6.8±0.9 ^a	6.6±1.1 ^{ab}	6.0±1.4 ^b
	Overall-preference	7.3±0.7 ^a	6.6±1.0 ^b	6.9±0.8 ^{ab}	6.1±1.0 ^c
	Buying intention	7.2±1.1 ^a	6.1±0.9 ^{bc}	6.6±1.3 ^{ab}	5.8±1.3 ^c
Intensity	Volume	6.3±1.3 ^a	7.1±1.1 ^a	6.4±1.7 ^a	6.4±0.9 ^a
	Air cell size	6.4±1.0 ^{ab}	7.1±1.1 ^a	5.5±1.7 ^b	6.0±0.9 ^{ab}
	Bread color	4.5±1.9 ^c	5.4±0.5 ^{cb}	6.4±0.7 ^b	7.6±1.0 ^a
	Spirulina flavor	1.5±1.5 ^b	4.3±2.0 ^a	5.1±1.6 ^a	5.1±1.4 ^a
	Toasty	6.6±1.1 ^a	6.9±1.1 ^a	5.9±2.0 ^a	6.2±1.2 ^a
	Yeast flavor	4.7±2.1 ^a	4.2±2.1 ^a	4.6±1.7 ^a	4.0±1.4 ^a
	Spirulina taste	1.6±1.5 ^c	3.3±1.4 ^b	5.1±2.0 ^a	5.7±1.1 ^a
	Yest taste	3.5±1.3 ^a	2.8±1.5 ^a	4.2±1.6 ^a	4.0±1.7 ^a
	Toasty taste	6.4±1.0 ^a	5.9±1.1 ^a	6.3±1.3 ^a	5.8±0.8 ^a
	Springness	5.6±0.8 ^b	6.5±1.9 ^{ab}	5.7±1.9 ^{ab}	6.9±0.9 ^a
Softness	5.9±1.0 ^{ab}	5.8±1.3 ^{ab}	5.1±1.6 ^b	6.7±1.8 ^a	

¹⁾ Means in the same row with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

첨가구의 전반적인 향에 대한 기호도가 제일 낮았다. 스피루리나 첨가량에 따른 맛의 기호도는 대조구가 7.1점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.4점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 7.3점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.3점으로 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 스피루리나 0.8% 첨가구가 대조구와 비슷하게 높았고, 스피루리나 1.2% 첨가구가 맛의 기호도가 가장 낮았다. 스피루리나 첨가량에 따른 조직감의 기호도는 대조구가 6.6점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.8점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 6.6점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.0점으로 나타났다. 1.2% 첨가구에서 가장 낮은 기호도를 나타냈으나 유의적인 차이는 없었다. 스피루리나 첨가량에 따른 전반적인 기호도는 대조구가 7.3점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.3점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 6.9점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.1점으로 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 대조구와 0.8% 첨가구가 높은 기호도를 나타냈고, 1.2% 첨가구에서 가장 낮은 기호도를 나타냈다. 스피루리나 첨가량에 따른 제품 구매 의향은 대조구가 7.2점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.1점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 6.6점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 5.8점으로 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 스피루리나 첨가량에 따른 색의 강도는 대조구가 4.5점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 5.4점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 6.4점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 7.6점으로 스피루리나를 첨가할수록 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다. 스피루리나 향은 대조구가 1.5점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 4.3점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 5.1점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 5.1점으로 0.8%로 나타났다. 스피루리나 첨가량의 따른 맛의 변화는 대조구가 1.6점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 3.3점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 5.1점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 5.7%로 첨가량이 증가할수록 맛의 정도가 증가하는 것으로 나타났다. 스피루리나 첨가량에 따른 탄력은 대조구가 5.6점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 6.5점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 5.7점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.9점으로 첨가구들이 대조구보다 탄력도가 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 촉촉한 정도는 대조구가 5.9점, 스피루리나 0.4% 첨가구가 5.8점, 스피루리나 0.8% 첨가구가 5.1점, 스피루리나 1.2% 첨가구가 6.7점으로 스피루리나 1.2%이 가장 촉촉한 정도가 높았으나 대조구와 유의적인 차이는 없었다.

요약 및 결론

본 연구는 식품들 중에서 지용성 항산화 활성 물질인 카로티노이드 성분을 가장 많이 함유하고 있고, 피코시아닌이라는 수용성 항산화 활성 성분을 고농도로 함유하고 있는 스피루리나를 식빵에 첨가하여 영양이 풍부하고 기능성이 뛰어난 식빵을 개발하여 상업화하기 위한 기초 자료로 활용하

고자 스피루리나를 0%, 0.4%, 0.8%, 1.2% 첨가한 식빵을 제조하여 이화학적, 관능적 특성을 분석하였다. 스피루리나 첨가 식빵의 부피와 비용적은 스피루리나를 첨가할수록 감소하였다. pH는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 pH가 전반적으로 높아지는 경향을 나타내었다. Amylogram에 의한 호화개시온도는 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 높아졌으며, 최고 점도는 스피루리나 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 또한, 스피루리나 첨가량이 증가할수록 붕괴 점도가 낮아졌고, set back, consistency도 감소하여 스피루리나 첨가 식빵의 노화를 지연시켜 줄 수 있음을 나타내었다. 피코시아닌 색소는 스피루리나 첨가량 증가에 따라 증가하였다. Crust의 색도는 스피루리나의 첨가량이 증가할수록 L값, a값, b값이 감소하였고, 물성의 경우 스피루리나 첨가량이 증가할수록 경도와 씹힘성이 감소하였다. 관능검사 결과, 0.8% 첨가구가 전반적인 기호도에서 높게 평가되었고, 제품 구매 의향도 0.8% 첨가구가 가장 높은 점수를 나타냈다.

이상의 연구를 통해 최근 기능성 식품으로 주목 받고 있는 스피루리나를 첨가하여 식빵을 제조할 때의 첨가량은 0.8%가 적당하리라 사료되며, 스피루리나 첨가 요구르트의 제조(Son *et al* 2008)에 있어 최적 첨가량은 스피루리나 0.25%로 나타난 연구에서도 볼 수 있듯이 0.8% 소량의 스피루리나를 관능적 기호성 향상 및 항산화성이 증가된 기능성 식빵으로 제조하여 상품화가 가능한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 2단계 BK21과 (주)이에스바이오텍의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

- 스피루리나연구회 (2005) 완전식품 스피루리나. 한가람 서원, 서울. pp 31-41.
- AACC (1983) *Approved Methods of the AACC*, 8th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N.
- 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 (2003) Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1124-1128.
- Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Jung HS, Ko MS, Lee HC (1999) Properties on the quality characteristics of bread added with *Angelica keiskei* Koidz flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 118-125.

- 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.
- Ciferri O (1983) Spirulina, the edible microorganism. *Microbiol Rev* 47: 551-578.
- Im JG, Kim YH (1999) Effect of green tea addition on the quality of white bread. *Korean J Soc Food Sci* 15: 395-400.
- Jeong CH, Cho HJ, Shim KH (2006) Quality characteristics of white bread added with chlorella powder. *Korean J Food Preserv* 13: 465-471.
- Jo GM, Shin YM, Yu JS, Kwon OY, Kim MK, Cho HY, Kim MR (2007) Quality characteristics of sponge cake added with β -glucan during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 110-117.
- Kang WW, Kim GY, Kim JK, Oh SL (2000) Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. *Korean J Soc Food Sci* 16: 336-341.
- Kay RA (1991) Microalgae as food and supplement. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 30: 555-573.
- Kim HJ, Kim MY, Lee YJ, Kim MR (2008) Quality characteristics of soybean dasik with spirulina. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 899-904.
- Kim JS (2004) Effect of chitosan addition on the shelf-life of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 17: 388-392.
- Kim KH, Song MY, YOON HS (2007) Quality characteristics of bread made with chungkukjang powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 853-859.
- Kim YS, Jeon SS, Jung ST (2002) Effect of lotus root powder on the baking quality of white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 413-425.
- Lee HY, Kim SM, Kim JY, Youn SK, Choi JS, Park SM, Ahn DH (2002) Changes of quality characteristics on the bread added chitosan. *Korean J Food Sci Technol* 34: 449-453.
- Lee YJ, Yeon BR, Kim MH, Kim MR (2008) Quality characteristics and antioxidant activity of raw and cooked noodles amended with spirulina. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 1081-1088.
- Min SH, Lee BR (2008) Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Culture* 23: 228-234.
- Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY (2004) Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 126-132.
- Shim EK (2008) Physicochemical and sensory characteristics of riceyeotgangjung added spirulina powder. *Ms Thesis Chungnam National University, Daejeon*. p 11-34.
- Shin GM, Kim DY (2008) Quality characteristics of white pan bread by *Angelica gigas* Nakai powder. *Korean J Food Preserv* 15: 497-504.
- Son CW, Sin YM, Shim HJ, Kim MH, Kim MY, Lee KJ, Kim MR (2008) Change in the quality characteristics and antioxidant activities of yoghurts containing spirulina during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 95-103.

접 수: 2010년 10월 17일
 최종수정: 2010년 11월 2일
 채 택: 2010년 12월 20일