

스피루리나와 대두단백을 첨가한 도토리묵의 품질특성 및 항산화성

오혜림¹ · 양기현¹ · 박송이¹ · 윤준화¹ · 심은경¹ · 이근종² · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과

²서일대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Antioxidative Activities of Acorn Starch Mook Added Spirulina and Soy Protein

Hye Lim Oh¹, Kee Heun Yang¹, Song Yi Park¹, Jun Hwa Yoon¹,
Eun Kyoung Shim¹, Kun Jong Lee², and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Dept. of Food & Nutrition, Seoil College, Seoul 131-701, Korea

Abstract

This study evaluate the quality characteristics and antioxidative properties of acorn starch mook containing spirulina (0%, 0.5%, 1%, 1.5%) and soy protein (3%). The pH of acorn starch mook containing the spirulina and soy protein decreased with increasing amount of spirulina decrease in pH means an increase in acidity. In addition, the moisture content was 87%. The lightness of acorn starch mook containing spirulina and soy protein decreased with increasing amount of spirulina and soy protein. The L and a values of the Hunter color system were decreased significantly increasing spirulina content, and the b value increased. In contrast, with increasing spirulina and soy protein content, the L and a increased significantly and the b value. Texture analysis revealed higher hardness and springiness of acorn starch mook containing spirulina than the control. The total phenol content was highest in the acorn starch mook containing 1.5% spirulina and 3% soy protein. The anti-oxidant activities of the acorn starch mook containing spirulina and soy protein increased with increasing amount of spirulina and soy protein. The IC₅₀ value of 1.5% spirulina and 3% soy protein was 166.2 mg/mL for DPPH. The results of the sensory test were best in the acorn starch mook containing 1% spirulina.

Key words: acorn starch mook, spirulina, soy protein, antioxidative activities, sensory value

서 론

묵은 우리나라에만 있는 우리 고유의 겔상 식품으로 특별한 맛은 없지만 매끄럽고 산뜻해서 입맛을 돋구어 준다. 식생활이 향상됨에 따라 전통음식에 대한 새로운 인식과 함께 식품으로부터 느껴지는 감촉 및 향미가 중요시되어 도토리묵에 대한 특성도 재평가되고 있다(1). 최근 도토리묵에 대한 물리적 연구와 함께 해조류를 첨가한 옥수수 전분 묵, 밤묵, 콩묵 등에 대한 연구가 이루어지고 있다(2-5). 하지만 스피루리나를 첨가한 묵에 대한 연구는 아직까지 보고된 바가 없다. 스피루리나는 지구상에서 가장 오래된 조류(algae)의 하나로 약 30억년의 역사를 가지고 있다. 스피루리나와 클로렐라 같은 조류들은 인류의 좋은 식량으로 사용되어 왔고, 생물학적 활성을 갖는 물질을 함유하고 있어 기능성 식품으로도 활용되고 있다(6,7). 특히 스피루리나에 있는 피코시아닌 성분은 최근 연구가 활발한 색소 중의 하나로 남조류에만 함유된 청색의 색소(8)로서 인간과 동물의 담즙 색소와

같이 지방의 소화를 돕는 작용을 하며, 항산화기능을 증진시킬 뿐 아니라 항염증 작용을 한다고 보고되고 있다(7,9). 또한 스피루리나에는 활성산소에 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 있는 것으로 알려져 있다(10). 콩은 몸에 좋은 단백질과 지방을 많이 함유하고 있어 영양학적으로 매우 우수한 이상적인 식품으로 식생활에서 매우 중요하고 필수적인 식품이며, 최근에는 항암 특성 및 면역성 강화 등 새로운 기능이 밝혀지면서 콩에 대한 식품의 영양학적 기능 가치는 날로 증대되고 있다. 콩뿐만 아니라 콩을 적당히 가공하면 소화율과 영양가를 높일 수 있기 때문에 가공품도 중요하며, 콩의 원산지인 우리나라는 오래 전부터 조리 및 가공 기술의 발달로 다양한 종류의 콩 가공식품을 이용해 왔다. 다양한 각종 기능성식품 중 콩은 양질의 식물성 단백질 급원 식품으로서 우수한 영양적 가치뿐만 아니라 식이섬유, 이소플라본 등의 다양한 생리활성 물질을 함유한 건강

*Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-821-8827

기능성식품으로 동물성 단백질에 대한 효율적인 대체식품으로 알려져 있으며(11,12), 대두 단백질에 풍부한 아르기닌과 글리신은 혈청 인슐린 수준을 낮추며 간에서의 콜레스테롤 합성을 낮추는 것으로 보고되어 있다(13). 대두는 저렴하면서도 질 좋은 단백질급원일 뿐만 아니라 콩이 각종 성인병의 원인이 되는 혈중 콜레스테롤을 낮추고, 동맥경화, 심근경색, 뇌졸중 및 고혈압 등의 예방과 당뇨병, 간장병에 탁월한 효과를 나타내어 영양학적 가치와 생리활성 물질로서의 중요성도 인정되고 있다(14,15). 따라서 본 연구에서는 도토리묵의 영양적 단점에 대해 스피루리나 또는 대두단백을 혼합 사용함으로써 이들 재료에 함유되어 있는 여러 필수 영양소 등에 대한 상호 보완 효과를 거두고 그에 따른 도토리묵의 품질특성 및 항산화성을 평가하여 학술적인 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 필요한 도토리 묵 가루는 농민식품(2010년 북한산) 것을 구입하여 사용하였으며, 대두단백은 남양유업(Gongju)에서, 스피루리나 원말은 (주)ES바이오텍(Cheonan)에서 제공받아 사용하였다.

시료의 제조

스피루리나와 대두단백을 첨가하여 제조한 도토리묵의 배합비는 Table 1과 같다. 도토리묵 가루 일정량(10%, wt%)과 첨가재료인 스피루리나와 대두단백 일정량을 중탕냄비에 넣고 정제수를 가한 후 잘 용해시킨 다음 항온수조에서 50°C가 될 때까지 골고루 저어 주면서 예비 호화시켰다. 이를 일정한 용기에 넣어 겔화시킨 후 실험을 진행하였다. 도토리묵 가루 10%를 대조군으로 하였으며, 각각 스피루리나 0.5%, 1.0%, 1.5%를 첨가하였다. 대두단백은 스피루리나를 동량의 비율로 넣고 3%씩을 첨가하였다. 대두단백의 양은

Table 1. Recipe of acorn starch mook preparation (unit: g)

Samples ¹⁾	Acorn	Spirulina powder	Soy protein	Distilled water
Control	80.0	—	—	720
S.M1	79.6	0.4	—	720
S.M2	79.2	0.8	—	720
S.M3	78.8	1.2	—	720
S.S.M1	77.2	0.4	2.4	720
S.S.M2	76.8	0.8	2.4	720
S.S.M3	76.4	1.2	2.4	720

¹⁾Control: Acorn starch mook added with spirulina 0%, S.M1: Acorn starch mook added with spirulina 0.5%, S.M2: Acorn starch mook added with spirulina 1.0%, S.M3: Acorn starch mook added with spirulina 1.5%, S.S.M1: Acorn starch mook added with spirulina 0.5% and protein 3.0%, S.S.M2: Acorn starch mook added with spirulina 1.0% and protein 3.0%, S.S.M3: Acorn starch mook added with spirulina 1.5% and protein 3.0%.

Lee 등(16)에서 3% 이상의 콩 단백질이 호화점도를 크게 변화시키지 않는다 하여 대두단백의 양은 3%로 정하였다.

수분 함량

스피루리나, 대두단백을 첨가하여 제조한 도토리묵의 수분 함량은 적외선 수분 측정기(Sartorius, Gottingen, Germany)를 사용하여 측정하였으며, 3회 반복실험을 통하여 평균값으로 나타내었다.

pH 및 산도

pH는 AOAC(17)법을 적용하여 시료 10 g에 증류수 40 mL를 넣고 균질화 시켰다. 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상정액을 취하여 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Waltham, MA, USA)로 측정하였다. 산도는 AOAC(17)법을 적용하여 시료 10 g을 취해 40 mL의 증류수를 첨가한 뒤 3,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상정액 10 mL를 취하고 0.1 N NaOH를 이용, pH 8.3까지 도달하는데 필요한 0.1 N NaOH양(mL)을 lactic acid 함량(%)으로 환산하여 적정산도(%), w/w)로 표시하였다.

색도

색도는 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도, lightness), a값(적색도, redness), b값(황색도, yellowness)을 4회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 도토리 전분을 호화시켜 균질화한 후 패트리디쉬(5.0×1.2 cm)에 담아 색도를 측정하였다. Standard color value는 L값 90.42, a값 0.13, b값 3.41인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

조직감

도토리묵의 조직감은 일정한 용기(지름 4.0×깊이 1.8 cm)에 넣어 뚜껑을 닫고 1일간 실온에서 굳힌 다음 texture analyser(TA/XT2, Stable Micro System Ltd., London, UK)를 사용하여 probe(Φ3 mm, cylinder type)를 연속 2회 압착하였을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 회복성(resilience)을 측정하였으며, 총 5회 측정하여 평균값을 사용하였다. 시료는 7개 중 최소값과 최대값을 제외한 5개의 시료로 이에 대한 평균값을 사용하였다. Texture analyser의 조건은 Table 2와 같다.

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능

시료 1.5 g에 methanol 50 mL를 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 다음 3,000 rpm으로 4°C에서 10분간 원심분리하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 10 mg당 1 mL methanol을 첨가하여 10 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다.

Table 2. Instrumental condition of texture analyzer

Test type	TPA
Measuring type	Two bite compression test
Pre test speed	5.0 mm/s
Test speed	5.0 mm/s
Post test speed	5.0 mm/s
Test distance	30.0%
Time	0.5 m/s
Trigger type	Auto 10 g
Distance	30 mm
Probe	25 mm

시료용액 50 μ L에 1.5×10^{-4} mM DPPH 용액 150 μ L를 가하고 30분 후에 분광광도계(352, Pharmacia Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 다음 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect (\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{Sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \times 100$$

총 페놀 함량 분석

페놀성 물질이 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 방법으로 Folin-Denis(18)법에 의해 측정하였다. 추출물 10 mg당 1 mL PBS buffer를 첨가하여 10 mg/mL, Folin-Denis 0.16 mL, Na₂CO₃ 0.3 mL를 넣어 상온에서 30분간 발색시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료의 총 폴리페놀 함량을 구하기 위하여 표준물질로 tannic acid를 사용하였다.

관능적 특성

관능검사는 9점 척도법을 사용하여 실시하였다. 패널은 충남대학교 식품영양학과 학생 10명을 선정하여 실험의 목적을 설명하였고 세부항목에 대하여 충분히 인지하도록 시료의 평가 방법 및 평가 특성에 대한 교육을 실시한 후, 검사를 3회 실시하였다. 시료번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 지정하고, 시료는 일정한 크기(3×3×1.5 cm)로 잘라 물과 함께 제공하였다. 평가내용은 색상(color), 경도(hardness), 쓴맛(bitter taste), 탄력성(springiness), 비린맛(fish smell), 선호도(preference)였으며 1점 매우 싫다부터 9점 매우 좋다고 평가하였다.

통계처리

실험 결과는 SPSS 18.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하였다. 통계에 사용된 분석은 3회 반복실험하여 분산분석(ANOVA)하여 유의성이 있는 경우에는 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다(p<0.05).

Table 3. pH and acidity and moisture content of acorn starch mook added spirulina and soy protein

Samples ¹⁾	Moisture content (%)	pH	Acidity
Control	89.0±0.2 ^a	5.61±0.01 ^d	0.043±0.005 ^c
S.M1	86.6±1.0 ^b	5.72±0.01 ^b	0.06±0.006 ^c
S.M2	87.5±0.6 ^{ab}	5.57±0.01 ^e	0.07±0.002 ^b
S.M3	87.7±0.4 ^a	5.33±0.02 ^f	0.075±0.002 ^b
S.S.M1	87.3±0.2 ^{ab}	6.03±0.04 ^a	0.052±0.002 ^d
S.S.M2	87.2±0.3 ^{ab}	5.66±0.03 ^c	0.073±0.002 ^b
S.S.M3	87.7±0.2 ^a	5.22±0.03 ^g	0.096±0.002 ^a

All values are mean±SD.

^{a-g}Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

결과 및 고찰

수분, pH, 산도

스피루리나 첨가묵의 수분, pH, 산도는 Table 3과 같다. 수분은 시료들 간의 약간의 유의적 차이는 보이지만 대부분 약 87%로 나타났다(p<0.05). 이는 Youn과 Hwang(19)의 sucrose 농도에 따른 재수화온도 70°C, 80°C에서의 값과 유사하였다. pH는 스피루리나의 첨가량이 높아질수록 5.72, 5.57, 5.33으로 낮아졌으며, 이는 Cho와 Choi(2)의 연구에서 녹차 분말을 0.5%, 1.0%, 1.5% 첨가한 시료에서 pH 값이 5.82, 5.81, 5.77로 낮아진 결과와 같은 경향을 보였다. 대두단백을 3% 첨가한 묵에서는 스피루리나의 양이 증가할수록 6.03, 5.66, 5.22로 낮아지는 경향을 보였다. 같은 양의 스피루리나에 대두단백을 첨가한 0.5%에서는 pH가 증가하였고 1%와 1.5%에서는 감소하였다.

산도는 스피루리나의 첨가량이 증가할수록 0.06, 0.07, 0.075로 높아졌으며, 대두단백을 첨가한 시료에서도 0.52, 0.73, 0.96으로 점차 증가하였다.

색도

스피루리나 및 대두단백을 첨가한 도토리묵의 색도는 Table 4와 같다. 스피루리나의 첨가량이 증가할수록 L값이 점차 감소하였다. 대두단백을 3% 첨가한 경우에서도 스피루리나의 양이 증가할수록 L값은 감소하는 경향을 보였다.

Table 4. Hunter's color values of acorn starch mook added spirulina and soy protein

Samples ¹⁾	L	a	b
Control	31.45±0.03 ^a	4.39±0.09 ^a	66.73±0.03 ^a
S.M1	28.72±0.05 ^b	2.58±0.04 ^c	69.12±0.04 ^b
S.M2	26.51±0.04 ^d	1.47±0.07 ^d	71.17±0.04 ^c
S.M3	25.63±0.02 ^e	0.92±0.02 ^f	71.99±0.02 ^e
S.S.M1	27.04±0.01 ^c	2.67±0.03 ^b	70.67±0.01 ^d
S.S.M2	25.67±0.02 ^e	1.55±0.06 ^d	71.94±0.02 ^f
S.S.M3	24.83±0.01 ^f	1.05±0.06 ^e	72.57±0.25 ^e

All values are mean±SD.

^{a-f}Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

이는 Son 등(20)의 연구에서 스피루리나의 양이 증가할수록 참깨 다식의 L값이 감소한다는 보고와도 일치하였다($p < 0.05$). a값은 스피루리나의 양이 증가할수록 감소하였으며, 대두단백을 첨가할 경우에도 점차 낮아졌다. b값은 스피루리나를 첨가할수록 증가하였고, 대두단백을 첨가할 경우에도 증가하는 경향을 보였다. Cho와 Choi(2)는 녹차 분말을 넣은 도토리묵의 색도에서 첨가량이 증가할수록 L값과 a값은 감소하였으며, b값은 증가하였다고 보고하였는데 이와 일치하는 결과를 보였다. 따라서 스피루리나와 대두단백의 첨가가 도토리묵의 색상에 반영되어 색도의 변화가 일어난 것으로 생각된다.

조직감 측정

스피루리나 및 대두단백이 첨가된 묵의 조직감 측정 결과는 Table 5와 같다. 경도는 스피루리나의 양이 1% 첨가되었을 때와 스피루리나 1%와 대두단백 3%를 넣은 것에서 높게 나타났으며, 첨가량이 1.5%로 증가한 경우에는 이보다 낮은 값을 나타내었다. 스피루리나와 대두단백을 첨가한 것 중에서는 스피루리나만 첨가한 시료에서 더 높은 값을 나타내었다. 탄력성은 스피루리나를 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고, 대두단백을 첨가하였을 때는 유의적으로 감소하였다. 이러한 결과는 다시마 분말 첨가량이 증가할 시 도토리묵의 탄력성이 증가하였다고 보고한(3) 결과와도 일치하였다. 응집성은 유의적 차이가 없었으며, 씹힘성은 1% 스피루리나를 첨가하여 제조한 묵과 스피루리나 1%, 대두단백 3%를 첨가한 묵에서 다소 높게 나타났다. 회복성은 스피루리나를 첨가할수록 증가하는 경향을 보였으며 대두단백을 첨가할 경우에는 오히려 감소하였다.

DPPH radical 소거능에 의한 항산화 활성

스피루리나 및 대두단백을 첨가한 도토리묵의 항산화성을 DPPH 라디칼 소거능으로 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH 라디칼 소거능의 IC₅₀ 값은 스피루리나 1.5% 첨가 묵이 166.2 mg/mL로 가장 높았다. 대두단백을 함께 첨가한 도토리묵에서는 1.5%에서 94.0 mg/mL로 나타나 스피루리나만 첨가한 것보다 DPPH 라디칼 소거능이 우수하였다. 스피루리나와 대두단백의 첨가량이 증가할수록 항산화 활성이 높아졌다. 이러한 결과는 Kim과 Park(21)의 스피루리나

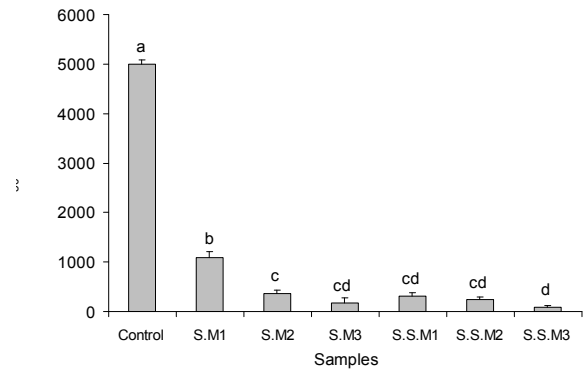


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of acorn starch mook added spirulina and soy protein. Data represents the means \pm SE. Values with same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$. Samples are the same as in Table 1.

를 정제하여 복용 전후의 항산화 상태에서 유의적으로 증가하였다는 보고와도 같은 경향을 보였다. 이는 스피루리나에 함유된 피코시아닌, 엽록소, 베타카로틴의 색소(8) 성분이 항산화 역할을 하기 때문으로 보인다. 또한 Lee와 Cheigh(22)의 연구에서도 대두 첨가 시 항산화 기능이 증가하였다고 보고하였는데 이의 결과와도 일치하였다.

총 페놀 함량

본 실험은 tannic acid를 표준용액으로 하여 작성한 검정곡선으로부터 총 페놀함량을 분석하였으며 그 결과는 Fig. 2와 같다. 스피루리나 0.5% 첨가 시 1,736.0 mg/mL에서 스피루리나 1.5% 첨가 시에는 2,667.2 mg/mL로 높아졌으며, 대두단백 3%와 스피루리나 0.5% 첨가 시 1,988.5 mg/mL에서 스피루리나 1.5% 첨가 시 2,901.2 mg/mL로 증가하였다. 대두단백 첨가군에서도 스피루리나의 양이 증가할수록 페놀 함량이 높은 것으로 나타났다. 식물계의 페놀 화합물은 benzoic acid를 cinnamic acid의 flavonoid 및 탄닌의 형태로 분류되며, 이러한 페놀화합물의 항산화 활성은 구조에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있다. Nunez 등(23)의 연구결과에서 탄닌의 경우 monomer보다는 중합도가 큰 형태에서 항산화 활성이 더 높았으며, 유사한 분자량의 페놀화합물에서는 분자 내 수산기의 수와 위치에 따라 항산화 효과가 영향을 받는 것으로 보고하였고, Chen 등(24)은 이는 페놀화합

Table 5. Texture properties of acorn starch mook added spirulina and soy protein

Samples ¹⁾	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Resilience
Control	482.8 \pm 33.9 ^{ab}	1.01 \pm 0.02 ^a	0.95 \pm 0.03 ^a	456.6 \pm 27.5 ^a	0.69 \pm 0.03 ^{abc}
S.M1	495.3 \pm 18.3 ^a	0.95 \pm 0.02 ^{bc}	0.95 \pm 0.06 ^a	444.5 \pm 47.7 ^a	0.65 \pm 0.02 ^{cd}
S.M2	507.3 \pm 18.3 ^a	0.96 \pm 0.02 ^{bc}	0.93 \pm 0.01 ^a	455.3 \pm 21.5 ^a	0.69 \pm 0.02 ^{abc}
S.M3	489.7 \pm 35.7 ^b	0.98 \pm 0.02 ^{ab}	0.95 \pm 0.01 ^a	450.2 \pm 33.8 ^a	0.71 \pm 0.03 ^a
S.S.M1	476.3 \pm 14.1 ^{ab}	0.98 \pm 0.02 ^{ab}	0.95 \pm 0.00 ^a	441.0 \pm 17.8 ^a	0.69 \pm 0.02 ^{ab}
S.S.M2	497.8 \pm 22.1 ^a	0.97 \pm 0.02 ^b	0.95 \pm 0.02 ^a	456.3 \pm 25.4 ^a	0.66 \pm 0.04 ^{bcd}
S.S.M3	457.6 \pm 16.5 ^b	0.93 \pm 0.04 ^c	0.92 \pm 0.01 ^a	395.0 \pm 21.7 ^b	0.63 \pm 0.02 ^d

All values are mean \pm SD.

^{a-d}Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

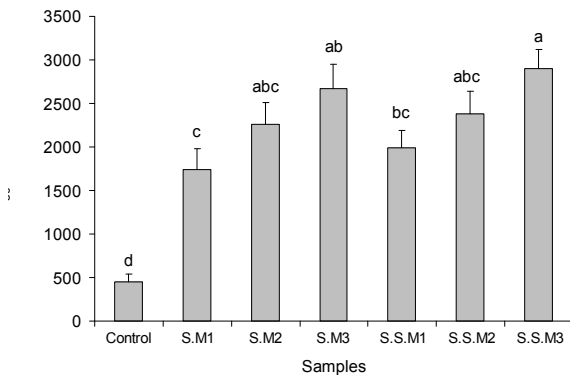


Fig. 2. Total phenol content of acorn starch mook added spirulina and soy protein. Data represents the means \pm SE. Values with same superscript are not significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$. ¹⁾Samples are the same as in Table 1.

물의 구조에 따라 radical 소거 반응 시 전자의 이동이 영향을 받기 때문에 보고하였다. 따라서 스피루리나를 첨가할 시 총 페놀함량은 증가를 하고 대두단백을 첨가할 시에도 증가하였다. 이러한 결과는 Kim과 Kim(25), Choi 등(26), Lee와 Cheigh(22)의 연구에서 대두를 첨가했을 경우 페놀함량이 증가하였다는 보고와도 일치하였다.

관능

시료 별 스피루리나와 대두단백을 첨가하여 10% 농도의 묵으로 제조한 다음, 1일 경과 후 관능적 품질인 색상(color), 경도(hardness), 쓴맛(bitter taste), 탄력성(springiness), 비린맛(fish smell), 선호도(preference) 등 6가지 항목을 평가하여 Table 6에 나타내었다. 색상은 스피루리나 첨가량이 증가할수록 진해지며, 스피루리나에 대두단백을 함께 넣은 경우 대체적으로 스피루리나만 첨가했을 때보다 연하였다. 색상은 스피루리나만 1.5% 첨가 시 7.5점으로 가장 높은 점수를 얻었다. 경도는 스피루리나를 첨가할수록 증가하였지만 유의적인 차이는 없었다. 쓴맛은 스피루리나 0.5%를 넣었을 때 3.6점으로 쓴맛이 가장 덜한 것으로 나타났으며 쓴맛이 가장 강한 것은 스피루리나 1.5%에 대두단백 3%를 첨가한 시료에서 5.4점으로 가장 높게 나타났다. 대두단백을 넣은 시료에서는 차이가 거의 없었다. 탄력성은 대조군에서

4.1점이었지만 스피루리나 첨가량이 증가할수록 5.3, 5.8, 5.9점으로 높아졌으며, 대두단백을 첨가할 경우 스피루리나 1%에서 가장 탄력성이 좋은 것으로 나타났다. 비린 맛은 스피루리나의 양이 점차 증가할수록 5.0, 6.3, 6.5점으로 증가하였으며, 대두단백을 넣은 군에서는 각각 5.1, 5.5, 6.1점으로 역시 증가하였다. 선호도가 가장 좋은 시료군은 스피루리나를 0.5% 첨가한 시료였으며 4.9점으로 나타났다. 대두단백을 넣은 경우에는 스피루리나만 첨가한 것보다 대체적으로 선호도가 낮았다.

Cho와 Choi(2)의 녹차분말을 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%를 첨가한 도토리묵의 관능적 특성 중 1.5% 첨가한 시료에서 선호도가 가장 높은 4.96점으로 본 실험에서 스피루리나 0.5%를 첨가한 것과 유사한 경향을 보였으며 백년초를 첨가한 관능검사에서는 0.5%를 첨가한 시료에서 5.70으로 가장 높았다. 그 다음은 1.0% 첨가한 시료에서 5.26점으로 나타났다. 이러한 함량에 따른 차이는 녹차에 함유된 카테킨의 떫은 맛 성분과 선인장과에 속하는 백년초의 폴리페놀과 플라보노이드, 조류에 속하는 스피루리나의 특유한 비린 맛 성분 등의 차이 때문으로 보인다. 따라서 관능검사 결과 도토리묵에 첨가된 스피루리나와 대두단백 중 도토리묵 고유의 특성을 살리면서 스피루리나 분말의 기능성을 나타낼 수 있는 0.5%의 스피루리나가 첨가된 S.M1이 이상적인 배합의 묵으로 사료된다.

요약

본 연구는 식품 중 지용성 항산화 물질인 카로티노이드 성분을 가장 많이 함유하고 있으며, 피코시아닌이라는 수용성 항산화 물질을 고농도로 함유하고 있는 스피루리나를 도토리묵에 첨가하여 영양이 풍부하고 기능성이 우수한 도토리묵을 개발하여 상품화하기 위한 기초 자료로 활용하고자 한 것으로 스피루리나 및 대두단백을 첨가한 도토리묵의 품질 특성 및 향산화성을 분석하였다. pH는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 스피루리나 0.5%에 대두단백 3%를 첨가하면 pH가 증가하지만 1%와 1.5%에서는 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 산도는 스피루리나 양이 증가할수록 높아졌으며, 대두단백을 첨가한 경우에도 증가하였다. 색도

Table 6. Sensory characteristics of acorn starch mook added spirulina and soy protein

Samples ¹⁾	Color	Hardness	Bitter taste	Springiness	Fishy smell	Preference
Control	4.2 \pm 1.3 ^e	3.6 \pm 1.5 ^{NS}	5.0 \pm 1.8 ^{ab}	4.1 \pm 1.4 ^b	3.6 \pm 1.7 ^c	3.2 \pm 1.2 ^{bc}
S.M1	5.1 \pm 1.1 ^{de}	3.7 \pm 1.3	3.6 \pm 2.0 ^a	5.3 \pm 1.8 ^{ab}	5.0 \pm 1.6 ^b	4.9 \pm 1.5 ^a
S.M2	6.2 \pm 1.2 ^{bc}	4.2 \pm 1.6	4.4 \pm 1.5 ^{ab}	5.8 \pm 1.5 ^a	6.3 \pm 0.8 ^{ab}	4.2 \pm 1.6 ^{ab}
S.M3	7.5 \pm 0.9 ^a	5.1 \pm 2.1	4.5 \pm 2.0 ^{ab}	5.9 \pm 1.1 ^a	6.5 \pm 1.8 ^a	3.3 \pm 1.5 ^{bc}
S.S.M1	5.7 \pm 0.8 ^{cd}	4.3 \pm 1.3	5.0 \pm 1.4 ^{ab}	5.0 \pm 1.5 ^{ab}	5.1 \pm 1.2 ^{ab}	2.9 \pm 0.9 ^c
S.S.M2	5.8 \pm 1.4 ^{cd}	4.1 \pm 1.2	5.1 \pm 1.7 ^{ab}	5.9 \pm 2.1 ^a	5.5 \pm 1.2 ^{ab}	2.6 \pm 1.0 ^c
S.S.M3	7.1 \pm 0.9 ^{ab}	4.4 \pm 1.3	5.4 \pm 1.6 ^{ab}	5.8 \pm 1.6 ^a	6.1 \pm 1.3 ^{ab}	2.2 \pm 0.8 ^c

All values are mean \pm SD.

^{a-c}Different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

NS: Not significant.

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

는 스피루리나 첨가량 증가에 따라 L값과 a값은 감소하였으나, b값은 증가하였다. 물성 중 경도는 스피루리나 양이 1% 첨가되었을 때 스피루리나를 넣은 것과 스피루리나에 대두단백을 첨가한 것 모두에서 높았다. 탄력성은 스피루리나를 첨가할수록 증가하는 경향을 보였고, 대두단백을 첨가하면 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). DPPH와 페놀함량을 측정 한 결과에서는 스피루리나 양이 증가할수록 항산화성이 컸으며, 대두단백첨가에서도 스피루리나만 첨가했을 때보다 항산화성이 더 높은 것으로 나타났다. 총 페놀 함량에서는 스피루리나 1.5%와 대두단백 3%를 첨가했을 때 2,901 mg/mL로 가장 높았으며, 그 다음으로는 스피루리나 1.5%만 첨가했을 때 2,667.2 mg/mL였다. 관능평가의 결과 색상은 스피루리나를 첨가할수록 진해지며, 스피루리나에 대두단백을 함께 넣은 경우 대체적으로 스피루리나만 첨가했을 때보다 연하였다. 탄력성은 스피루리나 첨가량이 증가할수록 높아졌으며, 대두단백 3%와 스피루리나 1% 첨가한 시료에서 가장 탄력성이 좋은 것으로 나타났다. 선호도가 가장 높은 시료는 스피루리나만 0.5%를 첨가한 것이었으며 대두단백을 혼용하여 첨가한 경우에는 스피루리나만 첨가한 시료보다 대체적으로 선호도가 낮았다. 이상의 연구 결과를 통해 최근 들어 기능성식품으로 각광을 받고 있는 스피루리나를 첨가하여 도토리묵을 제조할 경우 첨가량은 0.5%가 적당하다고 생각되며, 스피루리나 첨가 요구르트의 제조(27)에 있어 최적 첨가량은 스피루리나 0.25%로 나타난 연구와 0.8%를 첨가한 식빵의 관능적 기호성 향상(9)에서 볼 수 있듯이 0.5%의 스피루리나를 관능적 기호도 향상과 항산화성이 증가된 도토리묵으로 제조한다면 상품화가 가능할 것으로 사료된다.

문 헌

- Park SO. 1987. Study on sensory characteristics of mooks with and without corn starch. *MS Thesis*. The Ewha Woman University, Seoul, Korea.
- Cho Y, Choi MY. 2007. Sensory and instrumental characteristics of acorn starch mook with additives. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 346-353.
- Youn KS, Hong JH, Kim SD. 2000. Effects of seaweed extracts and corn starch on the characteristics of acorn mooks. *J East Asian Soc Dietary Life* 10: 431-438.
- Jung YH, Kim GB, Choe SN, Kang YJ. 1994. Preparation of mook with sea mustard and sea tangle. *J Korea Soc Food Nutr* 23: 156-163.
- Choi HS, Park HJ, Kim WJ. 1995. Textural properties of soy gel with added alginate and pectin. *Korean J Food Sci Technol* 27: 336-341.
- Yang HN, Lee EH, Kim HM. 1997. *Spirulina platensis* inhibits anaphylactic reaction. *Life Sci* 61: 1237-1244.
- Kay RA. 1991. Microalgae as food and supplement. *Crit Rev Food Sci Nutr* 30: 555-573.
- Ciferri O. 1983. Spirulina, the edible microorganism. *Microbiol Rev* 47: 551-578.
- Piñero Estrada JE, Bermejo Bescós P, Villar del Fresno AM. 2001. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protein extract. *Farmaco* 56: 497-500.
- Kang SH, Lee JY, Kim HJ, Kim HR, Yon BR, Kim MJ, Yang KH, Shim EK, Kim MR. 2011. Quality characteristics of pan bread with spirulina powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 31-37.
- Choi I. 2006. Current future progress in soybean processing technology. *Food Sci Industry* 39: 25-29.
- Kim YH. 2006. Market trends of soy based products- soy based beverages in the market of USA and Europe. *Food Science and Industry* 39(1): 11-16.
- Shin MK, Han SH. 2002. Effect of black soybean extracts on serum lipid concentrations in fed fat diet rats. *Korea Soybean Society* 19: 48-54.
- Suh HJ, Cho SJ, Whang JH, Lee H, Yang HC. 1997. Characterization of angiotensin converting enzyme inhibitor from squid hydrolysate. *Food Biotech* 6: 122-124.
- Park YB. 2009. Characteristics of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from Aroase AP10 hydrolysate of octopus. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 177-181.
- Lee KJ, Lee SY, Kim YR, Park JW, Shim JY. 2004. Effect of dry heating on the pasting/retrogradation and textural properties of starch-soy protein mixture. *Korean J Food Sci Technol* 36: 568-573.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 9-10.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-249.
- Youn KS, Hwang JS. 2001. Effects of sucrose immersion on the rehydration characteristics of freeze dried mooks. *Korean J Food Sci Technol* 33: 395-400.
- Son CW, Kim HJ, Lee YJ, Kim MR. 2008. Quality characteristics and antioxidant activity of black sesame dasik added spirulina. *Korean J Food Culture* 23: 755-760.
- Kim WY, Park JY. 2003. The effect of spirulina on lipid metabolism, antioxidant capacity and immune function in Korean elderlies. *J East Asia Soc Dietary Life* 36: 287-297.
- Lee JS, Cheigh HS. 1997. Antioxidative characteristics of isolated crude phenolics from soybean fermented foods (Doenjang). *J Korea Soc Food Sci Nutr* 26: 376-382.
- Nunez MJ, Moure A, Cruz JM, Franco D, Dominguez M, Sineiro J, Dominguez H, Parajo JC. 2001. Natural antioxidants from residual source. *Food Chem* 72: 145-171.
- Chen L, Yang X, Park J, Shen S, Wang Y. 2001. Mechanism of scavenging reactive oxygen species of tea catechins. The 6th International Symposium on Green Tea, Seoul, Korea.
- Kim ES, Kim MK. 1999. Effect of dried leaf powder and ethanol extracts of persimmon, green tea and pine needle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32: 337-352.
- Choi SK, Kim SH, Kim DS. 2009. Sensory and mechanical characteristics of fish patties according to the addition of soybean powder. *Korea J Culinary Res* 15: 84-92.
- 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.

(2012년 8월 2일 접수; 2012년 9월 10일 채택)