

## 발아콩가루를 첨가한 식빵의 품질 특성

정진영<sup>1</sup>·김우정<sup>2</sup>·정해정<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>대진대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>세종대학교 식품공학과

## Quality Characteristics of Bread Added with Germinated Soybean Powder

Jin-Young Jung<sup>1</sup>, Woo-Jung Kim<sup>2</sup> and Hai-Jung Chung<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Daejin University, Gyeonggi 487-711, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

### Abstract

Bread was prepared with five different levels of germinated soybean powder (0%, 4%, 8%, 12% and 16%) and the quality characteristics were investigated. Moisture content decreased, while protein, fat and ash content increased with increasing germinated soybean powder content. Addition of germinated soybean powder increased the weight, but decreased the height, volume and specific loaf volume of bread. The incorporation of germinated soybean powder lowered the lightness and yellowness of bread crust. Textural profile analysis showed that hardness, springiness, gumminess and brittleness increased with the increase of germinated soybean powder level, but no significant differences were observed in cohesiveness. Total isoflavone contents of bread increased after baking, and the increase of aglycones was particularly noted. From the results of sensory evaluation, recommended addition level for germinated soybean powder was considered to be 8% or less.

**Key words:** bread, germinated soybean powder, isoflavone, quality

### 서 론

빵은 먹기에 간편한 장점을 지니고 있고 우리 식생활의 서구화가 가속화되는 가운데 그 수요가 늘어나고 있으며 간식용 외에 주식용으로의 소비가 증가하고 있다. 식빵은 밀가루와 이스트, 소금, 버터, 물 등을 주원료로 한 반죽을 발효시켜 구운 것으로 단맛이 강하지 않고 조직이 부드러워 밥 대신 간편하게 식사로 이용할 수 있는 대표적인 아침 대용식이다. 식빵의 주재료로 사용되는 밀가루에는 필수 아미노산인 lysine과 cysteine, methionine 등 함유량 아미노산이 부족한 편이다. 최근 소비자의 기호가 다양해지고 건강에 대한 관심이 증가하면서 기존의 재료에 영양과 기능성이 강화된 부재료를 첨가하여 제조한 건강 지향적인 식품에 대한 수요가 증가함에 따라 식빵에도 영양 및 다양한 기능성 성분을 추가한 제품연구가 활발히 진행되고 있다. 기능성이 강화된 식빵에 대한 연구로는 탁주분말(1), 발효차가루(2), 현미가루(3), 대두(4), 된장(5), 양파(6) 등을 혼합한 식빵에 대한 연구가 보고된 바 있으며 시각적인 효과를 내면서 기능성을 가지는 색소 첨가 식빵제조에도 여러 연구가 이루어지고 있다(7-11).

콩은 대표적인 건강 식품소재로 단백질이 40%, 지질이 20%, 탄수화물이 35% 정도 함유되어 있고 다른 곡류에 비해 단백질과 지질 함량이 높아 영양적으로 우수하며 특히 lysine의 함량이 풍부하여 밀가루와 혼합사용 시 밀가루에 부족한 lysine을 보완해 줄 수 있다. 뿐만 아니라 콩에는 isoflavone, oligosaccharide, saponin, phytate 등의 생리활성 물질이 들어있어 성인병 예방에 효과가 우수한 것으로 알려져 있다. Isoflavone은 골다공증, 암, 심혈관질환, 당뇨 등의 질병에 예방효과가 있고(12-14) oligosaccharide는 장내 유해세균 억제 및 변비방지 효과(15,16)가 있어 콩 섭취의 중요성이 날로 높아지고 있다. 또한 콩을 빻지 않는 조건에서 콩나물을 재배하는 것과 같은 방법으로 1~2일 발아시키면 isoflavone 함량이 15~20% 정도 증가한다고 보고(17,18)된 바 있어 발아콩의 영양학적인 가치가 새롭게 인식되고 있다. 따라서 본 연구에서는 밀가루에 발아콩가루를 다양한 수준(0%, 4%, 8%, 12%, 16%)으로 첨가하여 식빵을 제조하고 물리적 특성, isoflavone 함량 및 관능적 특성 등을 평가하였다.

†Corresponding author. E-mail: haijung@daejin.ac.kr  
Phone: 82-31-539-1861, Fax: 82-31-539-1860

재료 및 방법

재료

발아콩가루는 춘천의 농가에서 2004년에 수확한 신팔달 2호를 구매하여 수세한 후 Kim 등(17)의 방법에 따라 isoflavone 함량이 최대가 되도록 20°C에서 24시간 발아시키고 90°C 이상의 끓는 물에서 10분간 데친 다음 겉질을 제거하였다. 이를 60°C에서 24시간 동안 건조시킨 다음 분쇄기(FM-909T, Hani, Korea)로 분쇄하고 60 mesh 체를 통과시켜 사용하였다. 식빵 제조에 사용된 강력분, 소금, 설탕, 탈지분유, dry yeast, shortening은 모두 시중에서 구입하여 사용하였다.

식빵의 제조

식빵은 직접 반죽법으로 제조하였고 재료의 배합비율은 Table 1과 같다. 유지와 dry yeast를 제외한 재료를 반죽기(5K5SS, KitchenAid, USA)에 넣고 저속(2단)에서 30초간 mixing한 후, 30°C의 물에 미리 녹여 둔 dry yeast를 넣고 저속(2단)에서 2분 30초, 중속(6단)에서 3분간 mixing하고 shortening을 첨가하여 다시 중속(6단)에서 10분간 mixing하였다. Mixing이 끝난 반죽을 27°C, 습도 75%의 발효기(EP-20, Daeyoung Co., Korea)에서 60분간 1차 발효를 시킨 후 170 g씩 분할하여 둥글리기를 하였다. 둥글리기한 반죽을 실온에서 15분간 중간발효를 거쳐 가스를 빼고 성형한 뒤 35°C, 습도 85%로 조정된 발효기에서 20분간 2차 발효를 실시하였다. 굽기는 윗불 190°C, 아랫불 190°C의 오븐(FDO-7103, Daeyoung Co., Korea)에서 30분간 구운 후 꺼내어 1시간 방냉한 다음 실험에 사용하였다.

일반성분 분석

식빵의 일반성분 분석은 AOAC법(19)에 따라 수분함량은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 micro Kjeldahl법, 조회분은 직접회화법으로 분석하였다.

Table 1. Formulas for bread prepared with germinated soybean powder

Ingredient (g)	SO-0 <sup>1)</sup>	SO-4	SO-8	SO-12	SO-16
Flour	100	96	92	88	84
Germinated soybean powder	0	4	8	12	16
Shortening	4	4	4	4	4
Sugar	5	5	5	5	5
Dry yeast	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Salt	2	2	2	2	2
Skim milk	3	3	3	3	3
Water	65	65	65	65	65

<sup>1)</sup>SO-0: bread with 0% germinated soybean powder, SO-4: bread with 4% germinated soybean powder, SO-8: bread with 8% germinated soybean powder, SO-12: bread with 12% germinated soybean powder, SO-16: bread with 16% germinated soybean powder.

식빵의 무게, 부피, 비용적, 반죽수를 측정

식빵의 부피는 종자치환법으로 측정하였고 비용적(mL/g)은 부피를 무게로 나누어 구하였으며 식빵의 반죽수율은 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\text{반죽수율 (\%)} = \frac{\text{반죽의 무게 (g)}}{\text{완제품의 무게 (g)}} \times 100$$

색도 측정

식빵의 색도는 식빵의 crust color(겉질색)와 crumb color(내부색)를 색차계(JX 777, Juki, Japan)로 L(lightness), a(red-green), b(yellow-blue)값을 측정하였고 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균치로 표시하였다.

기계적 조직감 측정

조직감 측정은 빵을 제조하여 4시간 후 식빵의 내부를 30×30×30 mm로 잘라 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 masticability test를 실시하였고 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄성(springiness), 검성(gumminess) 및 깨짐성(brittleness) 등을 조사하였다. 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 평균치로 표시하였으며 측정 시 사용된 조건은 test type: mastication, load cell: 2 kg, adaptor type: round(diameter 5 mm), 압착율: 50%, table speed: 60 min/min이었다.

Isoflavone 함량 측정

식빵의 isoflavone 분석은 Kim 등(20)의 방법을 이용하여 분석하였다. 즉, 식빵분말 1.0 g에 80% ethanol 20 mL를 넣고 50°C의 ultrasonicator(3210R-DTH, Branson ultrasonics Co., Danbury, CT., USA)에서 60 min간 추출하였다. 추출액은 12,000×g에서 10분간 원심분리(HMR-220IV, Hani, Korea)하여 상등액만을 취하고 0.2 μm syringe filter(Target-RC 13mm, National Scientific Chromatography Accessories)로 여과한 다음 HPLC(Waters 1525, Waters CO., USA)에 20 μL를 주입하였다. 사용된 column은 X-Terra<sup>TM</sup> RP18(5 μm 4.6×250 mm, Waters Co., USA)이었고, UV detector(Waters 2487 dual λ absorbance detector)를 사용하여 254 nm에서 isoflavone을 측정하였다. Gradient는 용매 A(0.1% acetic acid가 함유된 3차 증류수):용매 B(0.1% acetic acid가 함유된 acetonitrile)=85:15로 시작하여 35분에 50:50으로 변화시킨 후 45분에 다시 85:15가 되도록 하였으며 flow rate는 1 mL/min이었다. 분리한 isoflavone은 6가지의 standard의 농도에 대한 peak 면적의 표준경량곡선으로부터 계산하였다.

관능검사

관능검사는 오븐에서 꺼낸 식빵을 실온에서 1시간 방냉한 것을 사용하여 관능검사실에서 실시하였다. 관능검사 요원

은 식품영양학과 학생 10명(남자 4명, 여자 6명)을 선발하여 시료의 특성과 강도측정방법을 설명하고 평가 내용을 인지하도록 충분히 훈련을 시킨 후 실험에 응하도록 하였다. 평가항목은 겉질색(crust color), 내부색(crumb color), 기공의 크기(air cell size), 냄새(smell), 고소한 맛(savory taste), 촉촉한 정도(moistness), 경도(hardness), 전체적인 바람직성(overall acceptability) 등이었고 각 항목별로 9점 척도법을 사용하였으며 1점에서 9점으로 갈수록 특성의 강도가 강해지는 것으로 하였다.

#### 통계처리

자료 분석은 SAS(Statistical Analysis System, version 8.12) package를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의차를 검정하였다( $p < 0.05$ ).

### 결과 및 고찰

#### 일반성분

발아콩가루를 첨가한 식빵의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 수분 함량은 발아콩가루 첨가구가 41.38 ~ 41.84%로 대조구의 41.88%와 비교하여 큰 차이가 없었다. 조단백질 함량은 대조구가 8.10%, 발아콩가루 첨가구가 8.64 ~ 10.60%이었고 조지방 함량은 대조구가 4.85%, 첨가구가 5.11 ~ 6.85%의 범위로 나타나서 발아콩가루 첨가 비율에 따라 유의적으로 증가한 것으로 나타났다. 조회분 함량도 대조구가 1.54%, 첨가구가 1.63 ~ 2.02%로 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다. 이러한 결과는 발아콩가루에 함유되어 있는 조단백질, 조지방 및 조회분 함량이 밀가

루의 단백질, 지방 및 회분 함량보다 높기 때문에 나타난 결과로 해석된다.

#### 무게, 부피, 비용적 및 반죽수율

발아콩가루를 첨가한 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 반죽수율을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 완성된 무게는 대조구가 147.11 g, 발아콩가루 첨가구가 148.02 ~ 150.46 g으로 발아콩가루 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다. 반면에, 부피와 높이는 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였고 Fig. 1에서도 잘 나타나 있다. 비용적은 부피를 무게로 나눈 값(mL/g)으로 발아콩가루 첨가구가 대조구보다 작은 값을 보였고 이는 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 무게는 증가하고 부피는 감소한 데서 오는 결과이다. 식빵의 부피, 높이 및 비용적은 밀가루 단백질의 양과 질, 글루텐의 발달정도, 첨가물질 등에 의해 영향을 받으며 (21,22) 밀가루 단백질 중 gliadin이 빵의 부피와 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(9). Kim 등(4)은 제빵에 있어 단백질의 함량보다 더 중요한 품질요소는 단백질의 질이라고 하였고 Oh와 Kim(5)은 대두분을 첨가한 식빵이 본래의 밀빵보다 부피 감소와 전반적인 품질저하를 초래한다고 하였고 이는 대두단백이 글루텐 구조 형성을 억제하기 때문이라고 하였다. 따라서 본 실험에서 발아콩 첨가구의 부피와 높이가 감소한 것은 발아콩가루 첨가로 인하여 밀가루의 gliadin 함량이 감소하여 글루텐의 골격구조형성 능력이 저하되었기 때문으로 분석된다. 단감가루(23), 가루녹차(11)를 첨가하여 제조한 식빵은 단감가루, 녹차가루 첨가구의 무게가 대조구보다 증가한 반면, 부피와 높이는 감소하였다고 보고하였고 흑미가루를 첨가한 식빵의 경우도 흑미가루 첨가구의 부피가 대조구보다 현저하게 감소하였다고 보고(10)함으로써 본

Table 2. Proximate composition of bread prepared with germinated soybean powder

(% wet basis)

Groups	Wheat flour	Soybean powder	SO-0 <sup>1)</sup>	SO-4	SO-8	SO-12	SO-16
Moisture	12.19±1.29 <sup>2)</sup>	7.60±0.37	41.88±0.33 <sup>a3)</sup>	41.66±0.28 <sup>ab</sup>	41.54±0.31 <sup>ab</sup>	41.38±0.65 <sup>b</sup>	41.84±0.48 <sup>a</sup>
Crude protein	8.04±1.21	20.87±2.46	8.10±0.53 <sup>a</sup>	8.64±0.38 <sup>b</sup>	9.17±0.43 <sup>c</sup>	9.81±0.25 <sup>d</sup>	10.60±0.50 <sup>e</sup>
Crude fat	1.79±0.15	24.03±3.69	4.85±0.38 <sup>a</sup>	5.11±0.37 <sup>a</sup>	5.77±0.54 <sup>b</sup>	6.19±0.81 <sup>b</sup>	6.85±0.74 <sup>c</sup>
Crude ash	0.51±0.37	5.29±0.21	1.54±0.20 <sup>a</sup>	1.63±0.21 <sup>ab</sup>	1.77±0.23 <sup>bc</sup>	1.90±0.14 <sup>cd</sup>	2.02±0.18 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Each value is mean±standard deviation (SD).

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

Table 3. Weight, volume, height, specific volume and dough yield of bread prepared with germinated soybean powder

Groups	SO-0 <sup>1)</sup>	SO-4	SO-8	SO-12	SO-16
Weight (g)	147.11±0.48 <sup>2)a3)</sup>	148.02±0.41 <sup>a</sup>	148.48±0.28 <sup>ab</sup>	150.06±1.66 <sup>bc</sup>	150.46±1.24 <sup>c</sup>
Volume (mL)	446.67±15.01 <sup>a</sup>	440.00±13.86 <sup>ab</sup>	419.33±9.24 <sup>b</sup>	377.33±19.63 <sup>c</sup>	364.00±10.39 <sup>c</sup>
Height (cm)	7.08±0.10 <sup>a</sup>	6.92±0.20 <sup>ab</sup>	6.63±0.21 <sup>bc</sup>	6.40±0.17 <sup>c</sup>	6.08±0.08 <sup>d</sup>
Specific volume (mL/g)	3.04	2.97	2.85	2.51	2.42
Dough yield (%)	114.88±0.38 <sup>a</sup>	114.17±0.31 <sup>a</sup>	113.82±0.21 <sup>ab</sup>	112.63±1.18 <sup>bc</sup>	112.33±0.93 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at  $p < 0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.



Fig. 1. Photographs of vertical sections of bread prepared with germinated soybean powder. A: SO-0, B: SO-4, C: SO-8, D: SO-12, E: SO-16.

실험의 결과와 일치하였다. 한국 수물은 식빵 부게의 무게를 baking 후의 식빵 무게로 나눈 값으로 대조구가 114.88%로 가장 높고 말아콩가루 첨가구가 114.17~112.88%로 첨가량의 증가에 따라 감소하였다. 식빵의 부게는 발효 단계에서 생성된 휘발성 물질과 수분이 baking하는 동안에 열에 의해 증발함으로써 한국산대보다 외국 제품에서 감소하게 되는데 동일조건에서는 한국수물이 증가할수록 호화가 양호하고 겉질의 황색도가 높은 것으로 보고되었다(24,26). 본 실험에서는 말아콩 첨가구의 한국수물이 대조구보다 낮게 나타나서 대조구에 비해 감수성이 저하될 것으로 예측된다. 이러한 경향은 누름나무 주스액을 첨가하여 만든 식빵(26)과 중국 분말을 첨가하여 제조한 식빵(8)에서도 나타나서 시도 첨가구의 한국수물이 대조구보다 과다 감소하였다고 보고하였다.

식빵의 색도

말아콩가루를 첨가한 식빵의 crust색과 crumb색을 측정 한 결과는 Table 4와 같다. Crust의 경우, 명도를 나타내는 L값은 대조구가 49.54, 첨가구가 40.97~45.25로 말아콩가루 첨가량이 증가할수록 감소하여 어두워지는 경향을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 말아콩가루 16% 첨가구를 제외하고는 대조구보다 높게 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 대조구가 80.88, 말아콩가루 첨가구가 22.58~25.82로 말아콩가루 첨가량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. Crumb의 경우, L값은 12% 첨가구까지 대조구와 유의적인 차이가 없었고 16% 첨가구에서 다소 감소하였다. Hunter

a값은 모든 시도에서 (-)값으로 녹색의 범위를 나타냈으며 말아콩가루 첨가미분이 증가함에 따라 (-)값이 감소하는 경향을 나타냈다. 반면에, b값은 말아콩가루 첨가량이 증가할수록 높게 나타나서 crust의 경우와 반대 현상을 나타냈다. 이러한 결과는 콩가루가 지니는 황색과 조리 중 떨어져나오는 갈색화 반응이 복합적으로 영향을 준 것으로 그 원인규명에 대하여 향후 연구가 더 필요할 것으로 사료된다. 카리가루를 첨가하여 제조한 식빵의 L값과 a값은 대조구보다 낮아지고 b값은 증가하였다고 보고(8)하였고 대두가루를 첨가한 식빵은 대두가루 첨가량의 증가에 따라 L값은 감소하고 b값은 증가하였으나 a값은 유의적인 차이가 없음을 보고(4)하였으며 호박가루를 첨가하여 제조한 식빵의 L값과 a값은 첨가구가 대조구보다 낮았고 b값은 높게 나타났다고 보고하였다(27).

기계적 조직감 특성

말아콩가루를 첨가하여 제조한 식빵의 기계적 조직감 특성을 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 정도는 말아콩가루 첨가구가 대조구보다 높았고 말아콩가루 첨가량의 증가에 따라 유의적으로 증가하였다. 이는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 말아콩가루 첨가량이 증가할수록 식빵의 부피가 감소한 데서 나타난 결과로 여겨진다. 무질성은 77.21~81.01%로 대조구보다 말아콩가루 첨가구에서 다소 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이가 없었고 탄성, 경성 및 재질성은 말아콩가루 첨가구가 대조구보다 높게 나타났다. 다른 연구결과와 비교하여 보면, 담자분말을 첨가한 식빵의 정도, 탄성, 경성 및 습질성은 첨가량 증가에 따라 감소하는 것으로 보고

Table 4. Hunter L\*a\*b color value of bread prepared with germinated soybean powder

Groups		SO-0 <sup>b</sup>	SO-4	SO-8	SO-12	SO-16
Crust	L	49.54±7.57 <sup>ab</sup>	45.25±2.72 <sup>b</sup>	44.50±2.72 <sup>b</sup>	42.40±2.15 <sup>b</sup>	40.97±6.84 <sup>b</sup>
	a	14.58±0.87 <sup>a</sup>	14.78±0.54 <sup>b</sup>	15.08±0.57 <sup>b</sup>	15.25±0.77 <sup>b</sup>	16.81±1.81 <sup>c</sup>
	b	80.88±6.27 <sup>a</sup>	25.82±6.15 <sup>b</sup>	25.91±6.82 <sup>b</sup>	26.78±6.48 <sup>b</sup>	22.58±4.47 <sup>b</sup>
Crumb	L	89.88±1.85 <sup>a</sup>	70.06±1.48 <sup>b</sup>	88.80±1.78 <sup>c</sup>	88.80±1.81 <sup>b</sup>	87.18±2.46 <sup>b</sup>
	a	-0.58±0.67 <sup>a</sup>	-0.80±0.28 <sup>a</sup>	-0.58±0.25 <sup>a</sup>	-0.62±0.21 <sup>a</sup>	-0.27±0.65 <sup>b</sup>
	b	14.16±0.77 <sup>a</sup>	16.10±0.88 <sup>b</sup>	16.10±1.00 <sup>b</sup>	20.54±1.58 <sup>c</sup>	22.01±1.25 <sup>c</sup>

<sup>a</sup>See the legend of Table 1.

<sup>b</sup>Each value is mean±SD.

<sup>c</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

Table 5. Texture analysis of bread prepared with germinated soybean powder

Groups	SO-0 <sup>1)</sup>	SO-4	SO-8	SO-12	SO-16
Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	201.35±28.55 <sup>2)a3)</sup>	251.92±37.07 <sup>b</sup>	330.34±37.99 <sup>c</sup>	424.20±35.30 <sup>d</sup>	462.94±43.85 <sup>e</sup>
Cohesiveness (%)	81.01±4.97 <sup>a</sup>	81.52±5.08 <sup>a</sup>	79.68±2.77 <sup>a</sup>	79.78±5.87 <sup>a</sup>	77.21±7.67 <sup>a</sup>
Springiness (%)	82.78±3.15 <sup>a</sup>	85.13±4.42 <sup>ab</sup>	86.06±3.39 <sup>ab</sup>	86.18±5.68 <sup>ab</sup>	88.81±3.06 <sup>b</sup>
Gumminess (g)	42.51±6.82 <sup>a</sup>	54.58±11.04 <sup>b</sup>	71.32±10.17 <sup>c</sup>	88.79±4.07 <sup>d</sup>	92.55±11.67 <sup>d</sup>
Brittleness (g)	35.23±6.13 <sup>a</sup>	46.82±11.77 <sup>b</sup>	61.25±10.11 <sup>c</sup>	78.67±5.04 <sup>d</sup>	82.44±12.67 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

(6)하였고 신선초가루 첨가 식빵의 경도와 탄성은 대조구보다 증가하였으나 응집성, 점성 및 씹힘성은 감소하였다고 보고하였다(28). 다시마가루를 첨가한 식빵의 경도와 부서짐성은 대조구보다 첨가구에서 높게 나타났고 점착성, 탄력성, 응집성은 유의적인 차이가 없다고 보고(29)하여 식빵의 조직감은 첨가물질에 따라 달라지는 것을 알 수 있다.

#### 식빵의 isoflavone 함량

발아콩가루를 첨가한 식빵의 baking 전후 isoflavone의 함량 변화는 Table 6과 같다. Baking을 하기 전 복합분 상태의 isoflavone 함량은 3.37 ~ 15.32 mg%로 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고 baking 후에는 4.61 ~ 17.84 mg%로 baking 전보다 14.11 ~ 47.19%가 증가하였다. 특히 aglycone의 총 isoflavone에 대한 비율은 baking을 하기 전에 4.10 ~ 9.61%이던 것이 baking 후에는 35.48 ~ 45.54%로 급격히 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 malonyl 또는 acetyl기가 붙은 isoflavone의 isomer들이 100°C 이상의 열에 의해 변화하면서 isoflavone의 aglycone형태로 전환되었기 때문인 것으로 분석된다(30). Isoflavone의 glycoside 형태가 aglycone의 형태로 전환되었을 때 항산화력과 장내 흡수율이 더 좋은 것으로 인체실험 결과 보고(31,32)되고 있어 본 실험에서 baking 후 aglycone의 형태가 증가한 것은 영양적으로 바람직한 결과라고 할 수 있다. 또한 생리활성이 우수한 것으로 알려진 genistin, genistein, daidzin, daidzein을 합한 양이 총 isoflavone 함량의 91.61 ~ 93.44%를 차지하는 것으로 나타났다.

Table 6. Isoflavone contents of bread prepared with germinated soybean powder (Unit: mg%)

		Groups			
		SO-4 <sup>1)</sup>	SO-8	SO-12	SO-16
Before baking					
Glycoside	Daidzin	1.03	1.73	3.43	5.42
	Genistin	1.82	2.95	5.48	8.21
	Glycitin	0.20	0.23	0.53	1.00
	Subtotal	3.05	4.91	9.44	14.63
Aglycone	Daidzein	0.19	0.08	0.15	0.23
	Genistein	0.13	0.11	0.21	0.36
	Glycitein	ND	0.01	0.06	0.10
	Subtotal	0.32	0.20	0.42	0.69
Total		3.37	5.11	9.86	15.32
After baking					
Glycoside	Daidzin	0.94	1.98	2.70	3.98
	Genistin	1.47	3.32	4.69	6.93
	Glycitin	0.10	0.40	0.43	0.60
	Subtotal	2.51	5.70	7.82	11.51
Aglycone	Daidzein	0.65	1.27	1.60	2.10
	Genistein	1.25	2.34	2.63	3.56
	Glycitein	0.20	0.44	0.54	0.67
	Subtotal	2.10	4.05	4.77	6.33
Total		4.61	9.75	12.59	17.84

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

#### 관능검사

발아콩가루를 첨가한 식빵의 관능적 특성을 비교 분석한 결과는 Table 7과 같다. 겉질색과 내부색은 모두 발아콩가루

Table 7. Sensory evaluation of bread prepared with germinated soybean powder

Groups	SO-0 <sup>1)</sup>	SO-4	SO-8	SO-12	SO-16
Crust color	4.90±0.84 <sup>2)a3)</sup>	6.13±0.86 <sup>b</sup>	6.83±0.79 <sup>bc</sup>	6.53±0.97 <sup>c</sup>	7.53±0.73 <sup>d</sup>
Crumb color	2.43±0.73 <sup>a</sup>	3.50±0.94 <sup>b</sup>	4.50±1.17 <sup>c</sup>	5.33±0.92 <sup>d</sup>	6.10±0.80 <sup>e</sup>
Air cell size	4.53±0.78 <sup>a</sup>	5.17±1.34 <sup>ab</sup>	6.17±1.37 <sup>c</sup>	5.30±1.32 <sup>b</sup>	4.88±1.62 <sup>ab</sup>
Smell	4.33±1.54 <sup>a</sup>	4.83±1.70 <sup>ab</sup>	4.90±1.67 <sup>ab</sup>	5.40±1.59 <sup>bc</sup>	6.03±1.50 <sup>c</sup>
Savory taste	4.13±1.22 <sup>a</sup>	4.57±1.33 <sup>ab</sup>	5.10±1.47 <sup>bc</sup>	5.57±1.38 <sup>cd</sup>	5.87±1.85 <sup>d</sup>
Moistness	5.23±1.45 <sup>a</sup>	4.80±1.37 <sup>a</sup>	5.27±1.48 <sup>a</sup>	4.97±1.81 <sup>a</sup>	5.50±1.68 <sup>a</sup>
Hardness	4.73±1.46 <sup>a</sup>	4.73±1.74 <sup>a</sup>	5.50±1.61 <sup>ab</sup>	5.93±1.60 <sup>b</sup>	6.07±1.74 <sup>b</sup>
Overall acceptability	5.00±1.34 <sup>a</sup>	4.93±1.53 <sup>a</sup>	5.13±1.59 <sup>a</sup>	4.10±1.24 <sup>b</sup>	4.00±1.39 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>See the legend of Table 1.

<sup>2)</sup>Each value is mean±SD.

<sup>3)</sup>Means with different letters within a row are significantly different from each other at p<0.05 as determined by Duncan's multiple range test.

첨가구가 대조구보다 유의적으로 높은 점수를 받아 갈색의 정도가 강하다고 평가되었는데 이러한 결과는 비효소적 갈변반응에 의한 착색과 콩가루 고유의 색소에 기인하는 것으로 생각된다. 기공의 크기는 8% 첨가구가 높은 점수를 받았고 그 외 시료 간에 일정한 경향은 없었다. 냄새와 고소한 맛은 발아콩가루 첨가구가 대조구보다 강한 것으로 나타났는데 이는 콩가루의 고소한 맛과 냄새 때문인 것으로 여겨진다. 촉촉한 정도는 시료 간에 유의적인 차이가 없었고 경도는 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 높은 수치로 평가되어 단단한 것을 알 수 있으며 이러한 결과는 Table 5의 기계적 조직감 특성 결과와 일치하였다. 전체적인 바람직성은 대조구가 5.00으로 평가되었고 4%와 8% 첨가구가 각각 4.93과 5.13으로 평가되어 세 시료 간에는 유의적인 차이가 없었으나 12%와 16% 첨가구는 각각 4.10과 4.00의 점수로 평가되어 관능성이 떨어지는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 발아콩가루를 8% 정도까지 첨가하고 제조방법을 다소 개선한다면 식빵의 품질에 크게 영향을 미치지 않으면서 기능성이 향상된 새로운 제품이 될 것으로 기대한다.

요 약

본 연구에서는 우수한 영양과 기능성을 가지는 발아콩가루를 밀가루에 다양한 수준(0%, 4%, 8%, 12%, 16%)으로 첨가하여 식빵을 제조하고 그 품질 특성을 살펴보았다. 수분 함량은 발아콩가루 첨가구와 대조구간에 큰 차이가 없었고 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 발아콩가루 첨가구가 대조구보다 유의적으로 높았다. 식빵의 무게는 발아콩가루 첨가량의 증가에 따라 증가한 반면, 부피, 높이, 비용적, 반죽수율은 감소하는 경향을 보였다. Crust의 L값과 b값은 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 감소하였고 a값은 16% 첨가구를 제외하고는 대조구보다 높게 나타났다. Crumb의 경우 L값은 첨가구가 대조구보다 낮은 값을 나타냈고 a값은 발아콩가루 첨가량 증가에 따라 (-)값이 감소하는 경향으로 나타난 반면에 b값은 증가하였다. 경도, 탄성, 검성 및 깨짐성은 발아콩가루 첨가량이 증가할수록 증가하였고 응집성은 차이가 없었다. Isoflavone의 함량은 baking 전보다 baking 후에 모든 첨가구에서 증가하는 것으로 나타났으며 aglycone의 총 isoflavone에 대한 비율도 가열 후 급격히 증가한 것으로 나타났다. 관능검사 결과 껍질색, 내부색, 냄새, 고소한 맛, 경도는 발아콩가루 첨가구가 대조구보다 강하게 나타났고 촉촉한 정도는 시료간에 유의적인 차이가 없었다. 전체적인 바람직성에서는 대조구와 4% 및 8% 첨가구에서 유의적인 차이가 없이 나타난 반면 12%와 16% 첨가구는 대조구보다 관능성이 저하되는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림기술개발사업(ARPC, 202015-03-HD110)의 연구비 지원으로 수행된 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Jeong JW, Park KJ. 2006. Quality characteristics of loaf bread added with *Takju* powder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 52-58.
2. Kim JR, Choi OJ, Shim KH. 2005. Quality properties of loaf bread added with fermented tea powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 869-874.
3. Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparations. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 136-143.
4. Kim IH, Ha SC, Rhee IK. 2002. Rheological changes of dough and breadmaking qualities of wheat flour with additions of soy flour. *Korean J Food Preservation* 9: 418-424.
5. Oh HJ, Kim CS. 2004. Development of yeast leavened pan bread using commercial doenjang (Korean soybean paste): 3. The effects of protein dispersibility of doenjang powders and soy flours on the gluten rheology and bread quality characteristics. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1043-1048.
6. Bae JH, U HS, Choe HJ, Cheong C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1124-1128.
7. Kwon KS, Kim YS, Song GS, Hong SP. 2004. quality characteristics of bread with rubi fructus (*Rubus coreanus* Miquel) juice. *Korean J Food Nutr* 17: 272-277.
8. Kim DW, Kim YH. 2003. Quality characteristics of bread added *Monascus anka* powder. *Korean J Culinary Research* 9: 39-50.
9. Woo IA, Nam HW, Pyun JW. 2003. Quality characteristics of bread prepared with the addition of curry powder. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 447-450.
10. Jung DS, Lee FZ, Eun JB. 2002. Quality properties of bread made of wheat flour and black rice flour. *Korean J Food Sci Technol* 34: 232-237.
11. Im JG, Kim YH. 1999. Effect of green tea addition on the quality of white bread. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 15: 395-400.
12. Brouns F. 2002. Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health foods sector. *Food Res Intern* 35: 187-193.
13. Barnes S. 1998. Evolution of the health benefits of soy isoflavones. *Proc Soc Exp Biol Med* 271: 386-392.
14. Setchell KR, Kenneth DR. 1999. Dietary isoflavone: biological effects and relevance to human health. *J Nutr* 129: 758-767.
15. Kim SJ. 1995. The effect of oligosaccharides on health improvement. *Food Tech* 8: 141-145.
16. Ryoo SH, Kim SR, Kim KT, Kim SS. 2004. Isoflavone, phytic acid and oligosaccharide contents of domestic and imported soybean cultivars in Korea. *Korean Food Nutr* 17: 229-235.
17. Kim WJ, Lee HY, Won MH, Yoo SH. 2005. Germination effect of soybean on its contents of isoflavones and oligosaccharides. *Food Sci Biotechnol* 14: 498-502.
18. Lee HY, Kim JS, Kim YS, Kim WJ. 2005. Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated

- soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37: 443-448.
19. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC, USA.
  20. Kim HH, Eom KY, Kim JS, Kim WJ. 2005. Drying of isoflavone and oligosaccharides retentates separated by membrane filtration from tufu sunmul. *Food Engineering Progress* 9: 81-87.
  21. He H, Hosene RC. 1992. Effect of the quantity of wheat flour protein on bread loaf volume. *Cereal Chem* 69: 17-19.
  22. Roels SP, Cleemput G, Vandewalle X, Nys M, Delcour JA. 1993. Bread volume potential of variable-quality flours with constant protein levels as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chem* 70: 318-323.
  23. 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.
  24. Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, Marston PE. 1978. Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. *Korean J Food Sci Technol* 10: 247-251.
  25. Roel SP, Cleemput G, Vandewalle X. 1993. Bread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chem* 70: 318-323.
  26. Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial changes during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 180-186.
  27. Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JK. 2004. Quality characteristics of the breads added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 126-132.
  28. Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Jung HS, Ko MS, Lee HC. 1999. Properties on the quality characteristics of bread added with *Angelica keiskei* kodiz flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 118-125.
  29. Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing laminaria powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
  30. Chien JT, Hsieh HC, Koo TH, Chen BH. 2004. Kinetic model for studying the conversion and degradation of isoflavones during heating. *Food Chem* 91: 425-434.
  31. Lee KH, Chung HK, Han JH, Sohn HS. 2003. Soy isoflavone: Current usage and production. *Korean Soybean Digest* 20: 28-36.
  32. Hutchins AM, Slavin JL, Lampe JW. 1995. Urinary isoflavonoid phytoestrogen and lignan excretion after consumption of fermented and unfermented soy products. *J Am Diet Assoc* 95: 545-551.

(2006년 8월 16일 접수; 2006년 11월 3일 채택)