



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석 사 학 위 논 문

대두단백발효 분말을 첨가한 식빵의
품질특성 및 생리기능성 효과

2013년



HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외 식 경 영 전 공

김 현 석

석 사 학 위 논 문
지도교수 이명호

대두단백발효 분말을 첨가한 식빵의
품질특성 및 생리기능성 효과

Baking Properties and Physiological Characteristics of White
Pan Bread treated with Fermented Soybean Protein Powder



2012년 12월 일

HANSUNG
UNIVERSITY

한성대학교 경영대학원
호텔관광외식경영학과
외 식 경 영 전 공
김 현 석

석사학위논문
지도교수 이명호

대두단백발효 분말을 첨가한 식빵의 품질특성 및 생리기능성 효과

Baking Properties and Physiological Characteristics of White
Pan Bread treated with Fermented Soybean Protein Powder

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2012년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

김 현 석

김현석의 경영학 석사학위논문을 인준함

2012년 12월 일



심사위원장 _____인

심 사 위 원 _____인

심 사 위 원 _____인

국 문 초 록

대두단백발효 분말을 첨가한 식빵의 품질특성 및 생리기능성 효과

한성대학교 대학원
호텔관광외식경영학과
외식경영전공
김 현 석

본 연구는 대두단백발효 분말의 이용성 증가 및 부가가치를 향상시키고, 전통적인 식빵에 건강기능성을 부여하기 위하여 대두단백분말의 발효를 첨가한 식빵을 제조하고 다음과 같이 실험을 수행하였다.

대두단백발효 분말을 첨가함으로써 단백질, 지방, 및 회분, 반죽의 발효 팽창력, 비용적이 증가하였고, 색도의 결과는 식빵의 제조 시에 사용한 당의 종류와 양, 반죽의 pH 및 발효 온도는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이가 없었다.

효소활성도 측정 결과는 발효시간이 경과함에 따라, *G. geotrichum* SJ M-59 균주의 개수(생균수)가 증가 하였고, 균주 수의 증가와 함께 amylase와 protease의 활성도도 함께 증가 하였다.

관능검사 결과 식빵의 외관 (Figure)은 대조구와 실험구 사이에 관능적인 차이를 나타내지 않았다. 식빵의 색 (color)은 GFP의 첨가량이 많을수

록 관능적인 선호도가 감소하였으나 시료간의 유의적인 차이는 없었다.

식빵의 향기 (flavor), 맛 (taste), 조직감 (texture), 및 전체적인 수용도 (overall acceptability) 항목에서는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이가 관측되었다. 즉, 식빵의 향기, 맛, 조직감, 및 전체적인 수용도에 대한 선호도는 대조구보다 실험구가 유의적으로 높았고, 이는 GFP의 첨가량이 증가할수록 선호도가 증가하였다.

환원당 함량, 반죽의 pH, 명도값 (lightness), 실험구의 경도 (hardness)와 응집성 (cohesiveness), 탄력성, 검성 (gumminess)과 씹힘성 (chewiness)이 감소하여 부드러운 식빵을 제조할 수 있을것으로 사료되며, 항돌연변이 억제, 위암세포의 성장 억제, 항암활성 및 면역강화 작용 등의 건강기능성이 향상될것으로 사료된다.

【주요어】 대두단백발효 분말, 식빵, 효소활성도, 항돌연변이원성, 항암활성, *S. cerevisiae*, *G. geotrichum* SJM-59.

목 차

제 1 장 서 론	1
제 2 장 이론적 배경	4
제 1 절 생균제 (Probiotics)	4
제 2 절 Qualified Presumption of Safety (QPS)	9
제 3 절 식빵 (White Pan Bread)	10
제 4 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA)	11
제 5 절 대두단백발효가공품	12
제 3 장 실험의 재료 및 방법	17
1. <i>Galactomyces geotrichum</i> SJM-59의 배양	17
2. 효소활성도 측정	17
3. <i>G. geotrichum</i> SJM-59을 이용한 탈지대두단백질분말의 발효	18
4. 대두단백발효물의 일반성분분석	18
5. 제빵 조건	18
6. 식빵 반죽의 pH	19
7. 식빵 반죽의 밀도	19
8. 반죽의 발효팽창력	19
9. 반죽 수율 및 굽기손실을	19
10. 식빵의 비용적	20
11. 색도	20
12. 식빵의 물성	20
13. 관능검사	20

14. 항돌연변이원성 (Antimutagenic effects)	21
15. 항암활성	21
16. 통계분석	22
 제 4 장 실험결과 및 고찰	25
제 1 절 대두단백발효물의 준비	25
1. <i>Galactomyces geotrichum</i> SJM-59의 배양	25
2. 효소활성도 측정	25
3. 대두단백질 분말의 제조 및 일반성분 분석	26
4. <i>G. geotrichum</i> SJM-59을 이용한 대두단백질의 발효	27
5. 대두단백발효물 (GFP)의 일반성분	27
6. 대두단백발효물 (GFP)의 유리아미노산 분석	27
제 2 절 GFP를 첨가한 식빵의 품질 특성	40
1. 식빵 반죽의 pH	40
2. 식빵 반죽의 밀도	40
3. 반죽의 발효팽창력	40
4. 반죽 수율 및 굽기손실을	41
5. 식빵의 pH	42
6. 식빵의 비용적	42
7. 식빵의 색도	43
8. 식빵의 물성	43
9. 관능검사	44
제 3 절 GFP 첨가 식빵의 건강기능성	61
1. 항돌연변이원성 (Antimutagenic effects)	61
2. 항암활성	61
 제 5 장 결 론	65

【참고문헌】	70
ABSTRACT	78



【 표 목 차 】

Table 1. Composition of ingredients for white pan bread making	23
Table 2. Operating condition for texture profile analysis	24
Table 3. Proximate composition of soybean protein powder	34
Table 4. Composition of SJM-Doenjang (soybean protein powder product) fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59	35
Table 5. Chromaticity of soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	37
Table 6. Proximate composition of soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	38
Table 7. Free amino acids composition of soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	39
Table 8. Chromaticity of white pan bread added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP).	54
Table 9. Chromaticity of soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	55
Table 10. Texture characteristics of white pan bread added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	56
Table 11. Relationship between the concentration of GFP and the sensory characteristics	58
Table 12. Correlation coefficients between GFP concentration and the sensory characteristics	59
Table 13. Pearson's correlation coefficients of sensory characteristics.	60

【 그 림 목 차 】

Fig. 1. Typical curve of texture profile analysis	16
Fig. 2. The growth curves of <i>Galactomyces geotrichum</i> SJM-59	30
Fig. 3. Ascospores of <i>Galactomyces geotrichum</i> SJM-59 on Kleyn media for 3 day at 25℃	31
Fig. 4. Amylase activities of <i>G. geotrichum</i> SJM-59 during fermentation	32
Fig. 5. Protease activities of <i>G. geotrichum</i> SJM-59 during fermentation	33
Fig. 6. Product made of soybean protein powder fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	36
Fig. 7. pH of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP) ..	46
Fig. 8. Density of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	47
Fig. 9. Dough expansion rate of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with <i>G.</i> <i>geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	48
Fig. 10. Dough yield of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	49
Fig. 11. Baking loss rate of white pan bread added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	50
Fig. 12. pH values of white pan bread added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59	

(GFP)	51
Fig. 13. Specific volume of white pan bread added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	52
Fig. 14. Correlation between specific volume and addition of GFP (soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59) in the making of white pan bread.	53
Fig. 15. Sensory evaluation of white pan bread added with soybean powder product fermented with <i>G. geotrichum</i> SJM-59 (GFP)	57
Fig. 16. Reduction of the mutagenicity of aflatoxin B1 for <i>Salmonella typhimurium</i> TA98 by the water extracts of white pan bread added with GFP	63
Fig. 17. Relative viability of human gastric cancer cell line, MKN-45 treated with the water extracts of white pan bread added with GFP	64

제 1 장 서 론

빵의 제조는 기원전 7,000년 경부터 제조되기 시작하였으며 기원전 3,550년경의 빵 화석이 발견되기도 하였다. 이러한 화석에 의하면 sour dough를 이용하여 빵을 발효시킨 후 구운 것으로 추정된다.¹⁾ 고대의 sour dough는 곡류를 거칠게 갈아 물을 첨가한 죽 상태로 만든 것으로 이 곡류 혼합물에 존재하던 야생효모에 의해 발효되어 부풀은 것으로 추정된다. Sour dough는 1868년 상업용 효모가 출현하기 전까지 빵의 발효 방법의 하나로 사용되었으며 빵 제조의 starter라는 의미로 인지되었다.²⁾

빵의 발효에는 효모에 의한 알코올 발효에 의한 발효산물은 빵에 풍미를 제공하고 기호성을 향상시킨다.³⁾ 효모는 빵을 발효하는 동안 이산화탄소를 발생하여 반죽을 부풀리며 생성된 부산물에 의하여 반죽을 산성화시키고 효소의 작용에 의하여 반죽의 물리적 성질과 단백질의 생물가(biological value)가 개선된다.⁴⁾

콩의 가공 및 이용에 관하여 역사적, 문화적 배경과 지역에 따라 큰 차이가 있으며, 우리 선조들은 단백질과 지방이 풍부한 콩을 재배하고 다양한 용도로 이용해왔다. 콩의 가공 및 이용에 관하여는 콩을 오래전부터 재배하여 이용했던 아시아 지역이 가장 잘 발달되어 있으며, 그 이용 방법은 지역에 따라 큰 차이가 있다. 이를 구분하면 콩밥, 콩자반, 삶은콩 등 원형을 변형시키지 않고 주로 조리하여 섭취하는 방법과 원형을 변화시키면서 가공하는 방법으로 나눌 수 있다. 원형을 변형하는 방법으로는 간장, 된장과 같이 콩을 발효하여 제조하는 방법, 콩나물과 같이 콩을 발아시키는 방법, 콩기름 또는 두유와 같이 특정 성분을 추출·분리하는 방법, 조직콩단

1) W. Doerry, "In Technical Bulletin American Institute of Baking", *Sourdoughs, and breads*, Vol. 20. Chapter 7. 1998.

2) 이종열, 이시경, 조남지, 박원중, 「천연제빵 발효 starter의 개발」, 『한국식품영양과학회지』, 32, 2003, pp.1245-1252.

3) T.F. Sugihara, "Non-traditional fermentations in the production of baked foods", *Baker's Digest* 51, 1977, pp.76-80.

4) 이종열, 이시경, 조남지, 박원중, 전게서, 2003, pp.1245-1252.

백과 같이 조직화하는 방법 등이 있다. 최근에는 경제성장과 사회변화에 따라 식품가공 산업의 급속한 발전과 더불어 콩을 이용한 제품과 가공적성, 저장성을 높이기 위한 가공기술도 발달하게 되었다.

콩 발효제품은 크게 간장류와 된장류로 구분할 수 있다. 간장류는 일본의 koikuchi, usukuchi 및 tamari가 있고, 중국의 chiaang-yiu, 말레이시아의 kicap, 인도네시아의 kecap, 대만의 inyu, 필리핀의 taosi 등이 있다. 된장류로는 일본의 miso, 인도네시아의 taueo 등이 있다.

우리나라의 콩 발효 제품은 대부분이 장류로 분류되어 간장, 된장, 고추장, 담백장, 짬뽕장 등과 함께 청국장을 들 수 있으며 콩발효식품은 “장류”로 통칭되고 있다. 콩을 증가한 후에 각종 미생물을 접종하여 발효시키는 과정은 미생물이 분비하는 단백질분해효소에 의해 콩단백질이 분해되어 아미노산과 펩타이드에 의해 콩과는 다른 맛을 내게 된다.

Probiotics 균들은 일반적으로 유용성을 나타내지만 균의 종류에 따라 정장 능력에 차이가 있다. 예를 들어, 요구르트의 제조에 전통적으로 사용되어 왔던 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*는 인간의 장 내에서는 생존력이 약하여 정장효과가 미약한 것으로 조사되었다. 따라서, 가장 우수한 균을 선발하여 산업적으로 활용하는 것이 산업적 측면과 소비자 측면에서 모두 중요하다. 우수한 균의 능력으로서는, 우선적으로 장내 정착성이 좋은 것이 필요하며 또한 각각의 생리활성에 대한 특별한 기능성을 발휘하는 것이 바람직하다.

*Galactomyces geotrichum*은 fatty ester와 과일향을 생산하는 균주로 강한 지방분해능과 단백질분해능을 갖고 있다.⁵⁾ 이 균주는 Danish feta cheese, Muster cheese 및 Raclette cheese의 숙성 과정에 관여하는 것으로 보고되고 있다.⁶⁾

5) P. Daigle, G  linas, P., Leblanc, D., and Morin, A., “Production of aroma compounds by *Geotrichum candidum* on waste bread crumb”, *Food Microbiol.*, 16, 1999, pp.517-522.

6) S. Westall, and Filtenborg, O., “Yeast occurrence in Danish feta cheese”, *Food Microbiol.*, 15, 1998, pp.215-222.

M.T. Wyder, Bachmann, H.P. and Puh  n, Z., “Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in foil wrapped Raclette cheese”, *LWT-Food Sci. Technol.*,

QPS (Qualified Presumption of Safety of microorganism in food and feed)란 GRAS (Generally Recognized As Safe)와 유사한 개념으로, 식품 및 사료 생산에 사용되는 미생물 균주 및 미생물을 이용한 생산품의 안전성을 평가하는 도구로 유럽에서 사용되고 있다. QPS에 의하면 *P. anomala*와 *G. geotrichum* 은 전통적으로 사용되어온 안전한 균주이며, 이들 균주를 이용한 생산품 또한 안전한 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 특히, *P. anomala*는 biosafety class 1에 속하는 균주로, biosafety class 1 균주는 취급시 특별한 주의를 필요로 하지 않는다.⁸⁾

따라서 본 연구에서는 *G. geotrichum* SJM-59 균주를 발효원으로하여 탈지대두단백질을 발효시킨 후, 탈지대두단백발효를 넣은 식빵의 식품학적 품질과 탈지대두단백발효물의 prebiotic 기능을 측정하였다.



32, 1999, pp.333-343.

7) European Food Safety Authority (EFSA), “EFSA scientific colloquium summary report(QPS; Qualified Presumption of Safety of microorganisms in food and feed): EFSA scientific colloquium”, *December 13-14, EFSA, Brussels, Belgium, 2004*, pp. 95-96.

8) G.S. de Hoog, “Risk assessment of fungi reported from humans and animals”, *Mycoses*, 39, 1996, pp.407-417.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 생균제 (Probiotics)

사람의 장에는 많은 수의 장내 세균이 살고 있다. 이들은 소화 과정의 유지에 중요한 역할을 하고 있으며 장의 운동을 돕기도 하고 병원성균의 서식으로부터 장을 보호하는 역할도 한다.⁹⁾ 인체의 장내에 음식물의 양과 세균의 양이 반반씩 존재하고 매일 배설하는 분변 내용물도 수분을 제외하면 약 40%가 세균이다.

인간의 장내에 혼재하는 약 1 kg (성인)의 균총 균형을 바람직한 방향으로 바꾸어줄 수 있는 미생물을 Probiotics (생균제)라고 한다. Bifidobacterium을 포함한 대부분의 유산균과 *Sacchromyces boulardii* 등의 효모 등이 이에 해당한다. 유산균은 포유류의 장내에 서식하며 잡균에 의한 이상 발효를 방지하고 장내 환경을 개선하여 음식물의 소화와 흡수를 돕고 대장의 기능을 증진시키는 유익균으로 역할을 한다. 메치니코프에 의하여 발효유의 유산균들이 정장 작용을 한다는 것이 소개된 이후로 발효유 산업이 지속적으로 성장하여 현재 우리나라에서 연 1조원의 시장을 형성하고 있다.¹⁰⁾

사람의 변을 현미경으로 관찰하면 변은 거의 세균 덩어리로 이루어져 있음을 알 수 있다. 이들은 99%가 편성 혐기성 세균으로 인체의 건강에 지대한 영향을 미치고 있다. 사람은 출생하자마자 약 4시간 후부터 장에 세균이 자라기 시작한다. 세균의 균총은 산모의 균총, 분만 방법, 분만 환경 등에 영향을 받고 특히 모유 수유에 의한 영향을 많이 받는다. 초기에는 대장균, Streptococcus 등이 우세하다가 약 3주 후부터는 세균들이 안정화되어 Bifidobacterium이 우세하게 되는데 Bifidobacterium은 유아와

9) 김남주, 지근익, 「프로바이오틱스의 임상적 효과와 작용 기작」, 『소아알레르기 및 호흡기학회지』, 15, 2005, pp.327-343.

10) 상계논문, pp.327-343.

성인에게 모두 가장 유익한 균이다. 유아가 모유 또는 분유를 섭취하느냐에 따라 장내에 섭취하는 균의 종류가 달라지고 장내 환경 및 병의 이환율에 영향을 미친다. 특히, 모유를 먹는 아기는 *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium longum* 등의 Bifidobacterium이 전체 장내 세균의 90% 이상을 차지하게 되어 대장균 등 유해균으로부터 보호받고 면역 능력도 향상된다. 분유를 섭취하면 상대적으로 clostridia, enterococci나 enterobactereria와 같은 유해성 세균들이 증가한다. 이유식 이후에 장의 균총은 복잡해지며 Bifidobacterium은 줄고 Bacteroides라는 다소 유해한 균이 가장 많은 상태가 된다.¹¹⁾ 나이가 들어가며 Bifidobacterium의 종류도 바뀌어 *Bifidobacterium adolescentis*가 많은 상태로 변하게 되며 노인이 되면 Bifidobacterium은 더욱 줄게 되고 유해균의 대표인 *Clostridium perfringens*라는 세균이 증가한다. 이와 같이 노인의 장내 균총이 유해하게 변하는 것은 장의 운동력이 줄어들고 장내 세균에 의한 유해 물질생산이 늘어나기 때문이다.

장내 세균은 대사 물질을 내어 장 점막계에 영향을 주기도 하지만 직접적으로 장 상피세포, Peyer's patches, dendritic cell 등과 반응하며 숙주의 장내 세포 및 조직에 신호를 주는 것으로 알려져 있다. 장 상피 세포막의 Toll-like receptors (TLRs)는 장내에 존재하는 세균을 인식한다. TLRs 1-9 등은 각각 lipopolysaccharide, peptidoglycan, flagellin, oligomer, RNA 등을 인식하는데 반응의 강도 및 지속 시간에 따라 관용 면역 또는 과민성 면역으로 나타날 수 있다.¹²⁾ TLR 반응의 신호가 세포내로 전달되어 nuclear factor (NF)- κ B 등의 염증성신호가 촉발된 경우에도 일부의 장내 세균은 세포 내에서 Toll-interacting protein (Tollip)를 활성화하여 면역관용을 유도할 가능성이 제기되었다.¹³⁾ 장내 세균이 없는 무균 동물은 면

-
- 11) A. Bezkorovanyi, "Ecology of bifidobacteria. In : Bezkorovainy A, Miller-Catchpole R, editors", *Biochemistry and physiology of bifidobacteria. Florida : CRC press.* 1989, pp.29-72.
- 12) J.M. Otte, Cario, E. and Podolsky, D.K., "Mechanism of cross hyporesponsiveness to toll-like receptor bacterial ligands in intestinal epithelial cells", *Gastroenterol.* 126, 2004, pp.1054-1070.
- 13) *ibid* . 126, 2004, pp.1054-1070.

역 관용이 미약하고 아토피 성향을 나타내지만 어린무균 동물에 Bifidobacterium 등의 장내 세균을 도입하면 면역 관용이 회복된다.¹⁴⁾ 그러나, 일단 성숙한 무균 쥐에서는 Bifidobacterium을 도입하여도 면역 관용이 유도되지 않았다.¹⁵⁾ 이와같이 장내세균총은 면역계에 있어서 중요한 조절 신호를 제공한다.

Probiotics 균들은 일반적으로 유용성을 나타내지만 균의 종류에 따라 정장 능력에 차이가 있다. 예를 들어, 요구르트의 제조에 전통적으로 사용되어 왔던 *Streptococcus thermophilus*와 *Lactobacillus bulgaricus*는 인간의 장 내에서는 생존력이 약하여 정장효과가 미약한 것으로 조사되었다. 따라서, 가장 우수한 균을 선발하여 산업적으로 활용하는 것이 산업적 측면과 소비자 측면에서 모두 중요하다. 우수한 균의 능력으로서는, 우선적으로 장내 정착성이 좋은 것이 필요하며 또한 각각의 생리활성에 대한 특별한 기능성을 발휘하는 것이 바람직하다.

FAO/WHO 합동 프로바이오틱스 전문가 위원회 보고서¹⁶⁾ 와 캐나다 보건복지부의 Natural Health Products Directorate¹⁷⁾ 에서는 기능성과 안전성을 고려하여 Bifidobacterium과 Lactobacillus를 사용하고 Enterococcus는 프로바이오틱스 균주로 사용하지 말 것을 권장하였다. 이는 Enterococcus가 유산균의 성질을 보유하고 있지만 오히려 질병을 유발할 수도 있기 때문이다.

이와 같이 질병을 일으키는 균들 중에도 유산을 왕성히 생산하는 균들도 있다: 포도상 구균, 병원성 Enterococcus 등이 이에 해당한다.

14) K. Tanaka, and Ishikawa, H., "Role of intestinal bacterial flora in oral tolerance induction", *Histologic. Histopathol.* 19, 2004, pp.907-914.

15) N. Sudo, Sawamura, S. Tanaka, K. Aiba, Y. Kubo, C. and Koga, Y., "The requirement of intestinal bacterial flora for the development of an IgE production system fully susceptible to oral tolerance induction", *J. Immunol.* 159. 1997, pp.1739-1745.

16) Joint FAO/WHO Expert Consultation, *Joint FAO/WHO Expert Consultation on "Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria"*, 2001, pp.1-32.

17) Natural Health Products Directorate, *Evidence for safety and efficacy of finished natural health products*, 2003.

*Enterococcus faecalis*와 *Enterococcus faecium*은 각각 *Streptococcus faecalis*와 *Streptococcus faecium*과 같은 군으로 이들은 항생제 내성을 쉽게 습득할 수 있고 매우 많은 감염성 질환을 일으키는 병원성 *Enterococcus*와의 구별이 쉽지 않다. 또한 일부 정장제로 사용하는 *Clostridium*에 대하여도 UN의 FAO/WHO에서는 프로바이오틱스로 인정하지는 않고 있다.

Bifidobacterium 또는 *Lactobacillus* 속이라고 하더라도 모두 프로바이오틱스로 인정하는 것은 아니다. 동물 유래의 군으로서 *Bifidobacterium animalis*는 현재 유럽에서 유통되고 있는 군이지만 그 사용이 점차 줄어들고 있으며 beta-glucuronidase를 생산하는 군들은 사용하지 않는다. *Lactobacillus rhamnosus*와 *Saccharomyces*의 일부 군주는 임상적 유용성 보고와 아울러 감염사례가 제기되고 있어 앞으로 유산균의 안전성에 대한 연구도 꾸준히 이루어져야 한다.¹⁸⁾

현재에는 동물의 성장과 관련하여 항생제 (antibiotics)를 대체하기 위한 생균제를 모색하는 연구¹⁹⁾ 생균제의 건강기능성 효과 발현에 대한 연

18) R. Notario, Leardini, N. Borda, N. Gambande, T. and Cerutti, H., "Hepatic abscess and bacteremia due to *Lactobacillus rhamnosus*", *Rev. Argentina Microbiol.* 35, 2003, pp.100-101.

M. Rautio, H. Jousimies-Somer, H. Kauma, I. Pietarinen, M. and Saxelin, S. "Tynkkynen, Liver abscess due to a *Lactobacillus rhamnosus* strain indistinguishable from *L. rhamnosus* strain GG", *Clin. Infect. Dis.* 28, 1999, pp.1159-1160.

A.D. Mackay, Taylor, M.B. Kibbler, C.C.. Hamilton-Miller, J.M., "Lactobacillus endocarditis caused by a probiotic organism (*rhamnosus*) Clin", *Microbiol. Infect.* 5, 1999, pp.290-292.

E. Presterl, Kneifel, W. Mayer, H.K. Zehetgruber, M. Makristathis, A. and Graninger, W., "Endocarditis by *Lactobacillus rhamnosus* due to yogurt ingestion?" *Scandinavian, J. Infect. Dis.* 33, 2001, pp.710-714.

P. Munoz, Bouza, E. Cuenca-Estrella, M. Eiros, H.M. Perez, M.J. and Sanchez-Somolinos, M., "Saccharomyces cerevisiae fungemia: an emerging infectious disease", *Clinical Infections and Disease*, 40, 2005, pp.1625-1634.

O. Burkhardt, Kohnlein, T. Pletz, M. and Welte, T., "Saccharomyces boulardii induced sepsis: successful therapy with voriconazole after treatment failure with fluconazole Scand", *J. Infect. Dis.* 37, 2005, pp.69-72.

19) 김소영, 김홍, 채희정 「Selection of probiotic yeasts from soil, characterization and application for feed additives」, 『식물생장과 환경, 농화학회지』, 47, 2004, pp.20-26.

S.B. Agawane, Lonkar, P.S., "Effect of probiotic containing *Saccharomyces boulardii* on experimental ochratoxicosis in broilers: hematobiochemical studies" *J.*

구20) 새로운 생균제를 개발하는 연구21) 생균제를 발효균주로 하여 새로운 기능성 물질을 생산하고자 하는 연구22) 등이 보고되고 있다.

Vet. Sci. 5, 2004, pp.359-367.

김충재, 윤숙경, 김홍익, 박용하, O.h. Hee-Mock, „Effect of *Spirulina platensis* and Probiotics as Feed Additives on Growth of Shrimp *Fenneropenaeus chinensis*», 『한국미생물·생명공학회지』, 16, 2006, pp.1248-1254.

김재환 「생균제, Illite 및 활성탄의 첨가가 돈육의 이화학적 특성에 미치는 영향」, 『농업생명과학연구』, 39, 2005, pp.61-69

하경희, 이창우, 진상근, 김일석, 송영민, 허선진, 김희윤, 류현지, 하지희 「생균제의 급여가 돈육의 이화학적 성상 및 관능에 미치는 영향」, 『한국동물자원학회지』, 25, 2005, pp.295-303.

박재홍, 박홍석, 허삼남, 이세나, 류경선 「혼합생균제의 수준별 급여가 돼지의 성장과 돈육의 품질에 미치는 영향」, 『진북대학교 농대논문집』, 36, 2005, pp.103-116.

진상근, 김일석, 송영민, 박기훈, 하지희, 강석모, 김인진, 김정화, 박용수, 이창범 「돈육의 품질 특성에 미치는 생균제 급여 효과」, 『한국국제농업개발학회지』, 18, 2006, pp.105-111.

진상근, 김일석, 송영민, 하자희, 박기훈, 이정일, 이제룡, 이창우 「생균제 급여가 돈육의 품질 특성에 미치는 영향」, 『한국축산식품학회지』, 26, 2006a, pp.49-57.

양철주, Uuganbayar D, 신영환, 박일철, 정일병, 조영무, 김원호, 남병섭 「남은 음식물 사료와 생균제 첨가에 따른 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향」, 『폐기물자원화』, 11, 2003, pp.113-121.

20) S. Bengmark, „Use of prebiotics, probiotics and synbiotics in clinical immunonutrition», *Nutraceut. Food* 7, 2002, pp.332-345.

임준희, 김덕한, 구자경, 강운성, 김미연, 김형욱, 정명준, 박영민, 「Therapeutic effects of probiotics in patients with atopic dermatitis」, 『한국미생물·생명공학회지』, 16, 2006, pp.1699-1705.

모은경, 이미라, 이선영, 김재천, 성창근, 「Surface characteristics and adhesive properties of *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 for preparation of probiotics」, 『한국식품과학회지』, 14, 2005, pp.493-497.

H.M. Jayaprakasha, Yoon, Y.C. and Paik, H.D., “Probiotic functional dairy foods and health claims: an overview», *Food Sci. Biotechnol.* 14, 2005, pp.523-528.

박자령, 배진우, 이성근, 남영도, 오종원, 박용하, 전개서, 2005, pp.159-168.

김남주, 지근억, 전개서, 2005, pp.327-343.

이수영, 전개서, 2004, pp.127-129.

21) 모은경, 이준현, X.u. Bao Jun, 성창근, 「Identification of Yeasts from Korean Feces a Prerequisite Characterization for Preparation of Probiotics」, 『한국식품과학회지』, 13, 2004, pp.63-70.

유숙진, 조진국, 하철규, 김창현, 허강철, 「Kefir에서 분리한 *Candida kefyr*의 생균제를 위한 특성」, 『한국동물자원학회지』, 48, 2006, pp.307-314.

진효상, 「순물 (두부폐액)을 이용한 probiotics의 생산」. 『한국환경학회지』, 12, 1994, pp.59-64.

김선재, 마승진, 김학렬, 「젓갈로부터 분리된 젓산균 및 효모의 프로바이오틱 특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 12, 2005, pp.184-188

22) 오수명, Chan-shick. Kim, 이삼관, 「Bioconversion of soybean curd residues into functional ingredients with probiotics」, 『한국식품영양과학회지』, 9, 2004, pp.138-143.

제 2 절 Qualified Presumption of Safety (QPS)

Europe food safety authority (EFSA) 는 QPS (Qualified Presumption of Safety of microorganism in food and feed)를 biological agent (미생물 균주)의 일반적인 위해도 평가법 (generic risk assessment approach)로 인증하였다.²³⁾ EFSA는 식품과 관련된 광범위한 생물학적 위해요인을 평가하고 인증할 수 있는 기관이다. 유럽에서는 EFSA가 GRAS (Generally Recognized As Safe)를 사용하지 않고 QPS를 적용시키기 때문에, 동일한 미생물 균주일지라도 GRAS와 QPS에서는 각각 다른 안전도를 나타낼 수 있다. QPS는 biological agent 자체의 안전성 (safety)만을 평가하고 biological agent를 생산하기 위한 특이적인 공정이나 biological agent를 사용하여 생산하는 최종제품의 조성에 대해서는 안전성을 평가하지 않는다.

빵 및 맥주를 제조하는 효모인 *Saccharomyces cerevisiae*나 치즈 제조에 사용하는 *Lactobacillus bulgaricus* 등은 인류의 오랜 역사 속에서 경험적으로 안전하다고 인지되고 있는 미생물이다. 그러나 대부분의 미생물 (biological agents)에 대한 안전성에 대해서는 잘 알려져 있지 않고 과학적으로 검증되어 있지도 않다. 따라서 특별한 인증과정과는 별도로 선별된 biological agents에 대한 안전성 분석이 필수적으로 요구되고 있다. Biological agents가 식품안전과 관련된 문제 (사건)를 유발한 이력이 없거나 식품안전을 위해할 위험가능성이 없다고 EFSA의 BIOHAZARD panel이 판단하게 되면 QPS 인증을 받게 된다. 이와 같이 QPS 인증을 받은

이보현, 유현주, 박명수, 권빈, 지근억, 「Transformation of the Glycosides from Food Materials by Probiotics and Food Microorganisms」, 『한국미생물·생명공학회지』, 16, 2006, pp.497-504.

문영건, 이경준, 김기영, 송춘복, 전유진, 허문수, 「Probiotics를 이용하여 발효시킨 감귤 가공부산물 발효물의 특성」, 『한국산업미생물학회지』, 34, 2006, pp.158-165.

23) R.G.K. Leuschner, Robinson, T.P. Hugas, M. Cocconcelli, P.S. Richard-Forget, F. Klein, G.Licht, T.R. Nguyen-The, C. Querol, A. Richardson, M. Suarez, J.E. Thrane, U. Vlak, J.M. and von Wright, A. "Qualified presumption of safety (QPS): A generic risk assessment approach for biological agents notified to the European Food Safety Authority (EFSA)", *Trends Food Sci. Technol.* 21, 2010, pp.425-435.

biological agent는 미생물 균주를 이용하거나 이를 식품가공에 이용하게 될 경우에 EFSA로부터 추가적인 안전성 분석을 면제받게 된다. BIOHAZARD panel에 의한 QPS 인 증은 해마다 개정되고 있다.

QPS list에 *Debaryomyces hansenii* (*Pichia farinosa*), *Hanseniaspora uvarum*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces bayanus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces pastorianus*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Xanthophyllomyces dendrorhous*가 feed additives 및 plant production product로서 사용가능하다고 되어 있고, *Pichia angusta*, *Pichia anomala*, *Pichia jardinii*, *Pichia pastoris*는 식품 효소 생산을 위한 목적으로 안전하게 사용가능한 것으로 인정되었다.²⁴⁾

제 3 절 식빵 (White Pan Bread)

빵의 제조는 기원전 7,000년 경부터 제조되기 시작하였으며 기원전 3,550년경의 빵 화석이 발견되기도 하였다. 이러한 화석에 의하면 sour dough를 이용하여 빵을 발효시킨 후 구운 것으로 추정된다.²⁵⁾ 고대의 sour dough는 곡류를 거칠게 갈아 물을 첨가한 죽 상태로 만든 것으로 이 곡류 혼합물에 존재하던 야생효모에 의해 발효되어 부풀은 것으로 추정된다. Sour dough는 1868년 상업용 효모가 출현하기 전까지 빵의 발효 방법의 하나로 사용되었으며 빵 제조의 starter라는 의미로 인지되었다.²⁶⁾

빵의 발효에는 효모에 의한 알코올 발효에 의한 발효산물은 빵에 풍미를 제공하고 기호성을 향상시킨다.²⁷⁾ 효모는 빵을 발효하는 동안 이산화탄소를 발생하여 반죽을 부풀리며 생성된 부산물에 의하여 반죽을 산성화

24) EFSA, "Scientific opinion of the panel on biological hazards on the maintenance of the list of QPS microorganisms intentionally added to food or feed", *EFSA Journal* 7:1e93, 2009.

25) W. Doerry,., *op.cit* , Vol. 20. Chapter 7, 1998.

26) 이종열, 이시경, 조남지, 박원중, 전게서, 2003, pp.1245-1252.

27) T.F. Sugihara,., *op.cit* , 1977, pp.76-80.

시킴으로써 효소의 작용에 의하여 반죽의 물리적 성질과 단백질의 생물가(biological value)가 개선된다.²⁸⁾

빵의 발효에 관여하는 효모는 가장 일반적으로 사용하는 *Saccharomyces cerevisiae* 이외에 San Francisco sour dough에서 분리된 *S. exiguus*, *S. inusitatus*, *S. uvarum* 등이 있다.²⁹⁾

제 4 절 물성분석 (Texture Profile Analysis, TPA)

TPA 분석법은 질감(texture)이 관능특성 (sensory)에 미치는 영향을 측정하기 위하여 1960년대 개발되었다. TPA는 "Two bite" compression test를 수행한다. 이는 사람이 식품을 2회 씹었을 때의 질감을 'Force (힘)' 대 'Time (시간)'의 그래프로 나타낸 것이다. (Fig. 1)

TPA 분석으로 얻어진 texture profile curve로부터 다음과 같은 항목을 산출할 수 있다.

1. Fracturability: The ease with which the material will break.
2. Hardness: The force required to compress the material by a given amount
3. Cohesiveness: The strength of the internal bonds in the sample
4. Adhesiveness: The energy required to overcome attractive forces between the food and any surface it is in contact with.
5. Springiness: The elastic recovery that occurs when the compressive force is removed.
6. Gumminess: The energy required to break down a semi-solid food

28) 이종열, 이시경, 조남지, 박원중, 전계서, 2003, pp.1245-1252.

29) T.F. Sugihara, . Kline, L.Miller, M.W., "Microorganism of San Francisco sour dough bread process", *Appl. Microbiol.* 21, 1971 ,pp.459-465.

ready for swallowing

7. Chewiness: The energy required to chew a solid food into a state ready for swallowing.
8. Modulus of deformability: the initial slope of the force-deformation curve before the first break in the curve (i.e. before fracture of the sample)

이 때 gumminess와 chewiness는 서로 배제될 수 있다. 한 개의 식품을 TPA 분석하여 모든 물성값을 얻을 수는 없다. 이는 식품의 특성에 따라서 다른 물성을 나타내기 때문이다.

제 5 절 대두발효가공품

콩의 가공 및 이용에 관하여 역사적, 문화적 배경과 지역에 따라 큰 차이가 있으며, 우리 선조들은 단백질과 지방이 풍부한 콩을 재배하고 다양한 용도로 이용해왔다. 콩의 가공 및 이용에 관하여는 콩을 오래전부터 재배하여 이용했던 아시아 지역이 가장 잘 발달되어 있으며, 그 이용 방법은 지역에 따라 큰 차이가 있다. 이를 구분하면 콩밥, 콩자반, 삶은콩 등 원형을 변형시키지 않고 주로 조리하여 섭취하는 방법과 원형을 변화시키면서 가공하는 방법으로 나눌 수 있다. 원형을 변형하는 방법으로는 간장, 된장과 같이 콩을 발효하여 제조하는 방법, 콩나물과 같이 콩을 발아시키는 방법, 콩기름 또는 두유와 같이 특정 성분을 추출·분리하는 방법, 조직콩단백과 같이 조직화하는 방법 등이 있다. 최근에는 경제성장과 사회변화에 따라 식품가공 산업의 급속한 발전과 더불어 콩을 이용한 제품과 가공적성, 저장성을 높이기 위한 가공기술도 발달하게 되었다.

콩 발효제품은 크게 간장류와 된장류로 구분할 수 있다. 간장류는 일본의 koikuchi, usukuchi 및 tamari가 있고, 중국의 chiaang-yiu, 말레이시아의 kicap, 인도네시아의 kecap, 대만의 inyu, 필리핀의 taosi 등이 있다. 된장류로는 일본의 miso, 인도네시아의 taueo 등이 있다.

우리나라의 콩 발효 제품은 대부분이 장류로 분류되어 간장, 된장, 고추장, 담백장, 짬뽕장 등과 함께 청국장을 들 수 있으며 콩발효식품은 “장류”로 통칭되고 있다. 콩을 증가한 후에 각종 미생물을 접종하여 발효시키는 과정은 미생물이 분비하는 단백질분해효소에 의해 콩단백질이 분해되어 아미노산과 펩타이드에 의해 콩과는 다른 맛을 내게 된다.

식품의약품안전청의 ‘식품의 규격 및 기준’에서 “장류”라 함은 ‘동·식물성 원료에 누룩균 등을 배양하거나 메주 등을 주원료로 하여 식염 등을 섞어 발효, 숙성시킨 것을 제조, 가공한 것으로, 메주, 한식간장, 양조간장, 산분해간장, 효소분해간장, 혼합간장, 한식된장, 된장, 조미된장, 고추장, 조미고추장, 춘장, 청국장, 혼합장 등을 말한다’고 정의하고 있다.

전통적으로 메주의 역할은 콩에서 잘 증식하는 각종 미생물을 자연적으로 끌어들여 증식시킴으로써 이들이 생산하는 효소를 이용하여 콩단백질을 분해시키고자 하는 과정이다. 따라서 메주의 발효상태가 곧바로 장류의 품질과 밀접한 관계가 있으며 발생한 미생물의 종류에 따라 생성되는 물질도 달라지게 되어 장류의 맛에 영향을 미치게 된다.

장류는 우리 식생활에서 빠질 수 없는 주요 발효 식품으로 모든 음식의 조미료 역할을 해왔다. 가정에서 손으로 직접 장을 담그던 것에서 출발한 국내 장류 시장은 점차 대량 생산 체제로 변모했으나, 식생활의 서구화와 먹거리 다양화 등의 이유로 소비가 다소 감소하기도 하였다. 그러나 최근 소비자의 식품 섭취 트렌드가 점차 건강 지향적으로 변화하고 있으며, 이와 더불어 우리 전통 장류에 대한 우수성이 재조명되기 시작해 전통 장류 산업의 활성화 및 세계화의 계기를 마련하고 있다. 장류식품은 각종 필수 아미노산이 고르게 함유되어 영양학적 가치와 식품학적 견지에서 매우 중요한 존재로 인식하고 있다. 장류의 고유한 맛은 짬맛, 단맛, 구수한 맛 등

의 조화에서 오는 것이다. 장류는 한식의 제조에 필수적으로 사용되는 조미식품으로서 활용과 함께 장류자체로도 훌륭한 식품으로 세계화의 첨병으로 활약이 기대된다. 2009년 7월 이탈리아 로마에서 개막된 제 32 차 국제식품규격위원회 (CODEX) 총회에서 우리나라가 제안한 고추장 (Gochujang), 된장 (Fermented soybean paste)은 아시아 지역 국제식품규격으로 통과되었다.

국내 장류 시장은 약 7,800억원 대 (2009년)의 시장을 형성한 것으로 추정된다. 장류 시장에서의 최근 이슈는 프리미엄 제품 출시로 그 경쟁이 더욱 치열해지고 있는 실정이다. 된장, 고추장, 쌈장 시장은 2대 주요 업체 (CJ, 대상)가 시장 점유율 80% 이상을 차지하며 시장을 이끌고 있다. 이는 1994년 장류산업의 중소기업 고유 업종 해제 후 대기업의 참여로 품질의 개선 및 장치 산업의 발달이 크게 이루어졌기 때문이다. 장류산업은 전체적인 외형이 확장되기 보다는 정제 또는 유지되는 시장이기 때문에 후발 업체의 진입 장벽이 높은 편이지만 최근 들어 중소기업 또는 개인 수준에서 다수의 기능성 장류의 개발이 이루어지고 있다.

소비자들의 구매 형태는 특정 브랜드를 구매하는 경향도 있으나, 이보다는 습관적인 구매와 가격할인 또는 증정 행사 등에 영향을 많이 받고 있다. 기존 전통 보급형 품목 매출은 소폭 감소하며, 다양한 용도의 프리미엄급 품목들이 틈새시장 공략을 위해 출시되고 있는 상황이다. 간장과 된장의 공업화로 시작된 국내 장류 시장은 현재에 이르기까지 꾸준한 성장세를 보이며 시장을 형성하고 있다. “장”은 더 이상 집에서 담그는 것이 아니라, 사서 먹는 것으로 소비자들의 인식이 전화되어 장류 시장은 앞으로 더욱 확대될 전망이다. 장류는 사용 원료와 제조 방법 등에 따라 일반적으로 전통식과 개량식으로 구분된다.

CJ 경영연구소에서 발표한 ‘국내식품산업현황 및 2010년 전망’보고서에 의하면 식품업계는 ‘안전 (safety)’, 무첨가식품 (simple)’, ‘발효식품 (slow food)’이 대세를 이룰 것이란 전망이다. 식품안전에 대한 소비자들의 간간한 선택으로 가공이 최소화된 단순한 가공식품의 수요가 증가할 것이며, 건강에 좋은 발효식품의 열풍도 계속될 것이라 전망하고 있다. 그러나 장

류산업의 다른 식품산업과 달리 발효숙성 기간이 길고, 각종 장치와 설비가 필요한 장치사업과 많은 인력을 필요로 하는 가공식품의 특성을 고루 가지고 있어 투자와 사업확장에 많은 애로사항을 지니고 있어 소규모 업체에게는 많은 어려움이 있다.

장류 산업에는 많은 중소기업체가 존재한다. 대기업의 시장 독주 속에서 이들이 생존하기 위해서는 틈새 시장을 공략하는 마케팅 전략이 필요하다. 최근 대한민국 마케팅 대상 기업의 사례를 살펴보면 세분화된 시장을 공략하고, 소비자의 눈과 손이 즐거우면서도 편하게 하고, 인터넷 등을 통한 커뮤니케이션을 시행하는 등 소비자의 입장에서 접근한 기업이 성공한 것으로 나타나고 있다. 이러한 마케팅 활동은 시장 상황과 소비자의 당면한 현실에 전략을 세움으로서 소비자를 감동시킬 수 있었다.

최근에는 주 5일제 근무 확산에 따라 레저인구의 증가로 편리성, 안전성, 기호성 등에 대한 요구가 다양해지고 있다. 또한 웰빙트렌드가 확산되고 농림식품부에서도 한식을 세계화하여 우리나라의 신성장 동력으로 삼으려고 하는 의지를 밝힘에 따라 장류에 대한 관심은 급증하고 있는 추세이다. 이에 따라 우리나라를 대표하는 발효식품인 장류를 한 단계 발전시키기 위해서는 장류에 대한 체계적인 접근이 필요하다. 장류 발효가 지니고 있는 태생적인 단점인 “오랜 시간의 소요”와 “발효과정에서 생산되는 불유쾌한 냄새”의 제거도 시급히 해결해야 할 문제로 사료되었다.

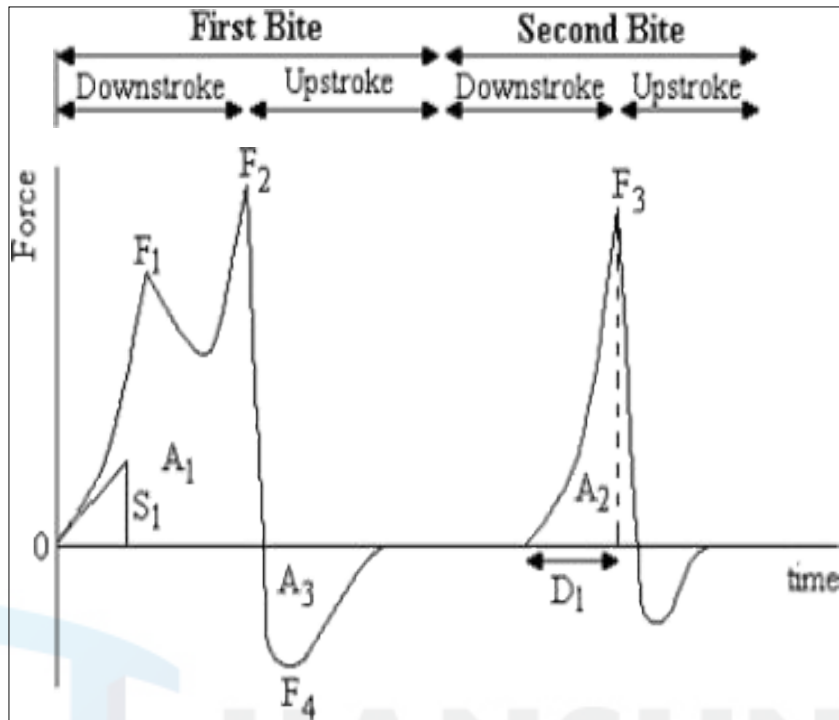


Fig. 1. Typical curve of texture profile analysis. Texture profile parameters are determined from: Fracturability = F_1 , Hardness = F_2 , Cohesiveness = A_2/A_1 , Adhesiveness = (based on) A_3 , Springiness = D_1 , Gumminess = hardness x cohesiveness = $F_2 \times A_2/A_1$, Chewiness = hardness x cohesiveness x springiness = $F_2 \times A_2/A_1 \times D_1$, Modulus of deformability (based on) slope, S_1

제 3 장 실험재료 및 방법

1. *Galactomyces geotrichum* SJM-59의 배양

Galactomyces geotrichum SJM-59와 대조구로 사용한 *Saccharomyces cerevisiae*는 (주)대덕바이오의 균주보관실로부터 무상으로 분양받았다. *G. geotrichum* SJM-59를 potato dextrose broth (PDB; Difco, USA)에 접종하여 (O.D. = 0.3 ± 0.05), 140 rpm으로 교반하면서 24시간동안 배양하였다 ($30 \pm 1^\circ\text{C}$). Log phase의 효모를 3,000 rpm에서 10분간 ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) 원심분리하여 효모균체를 회수하였고, 대두단백분말의 발효에 사용하였다. *S. cerevisiae*는 동일한 방법으로 회수하여 동결건조한 후, 식빵 제조시에 대조구로 사용하였다.

2. 효소활성도 측정

시료 10 g에 증류수를 첨가하여 100 mL로 정용한 후, 30°C 의 진탕항온 수조에서 4시간 동안 추출하였다. 이를 $15,000 \times g$ (4°C)에서 10분간 원심분리 (High speed refrigerated micro centrifuge, MX-301, Tomy, Fremont, CA, USA)하여 얻은 상정액을 조효소액으로 사용하였다.

Alpha-amylase 활성도는 dinitrosalicylic acid (DNS) 법³⁰⁾으로 측정하였다. 즉, 0.5% soluble starch 용액 1mL를 시험관에 넣고 30°C 수조에서 예열한 후 조효소액 1 mL를 가하여 30분간 반응시켰다. 반응용액과 동량의 DNS 시약을 넣고 끓는 물에서 5분간 반응시키고 빨리 냉각시킨 후 550 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 1 g이 1분 동안 생성한 환원당을 glucose로 환산하였다.

Protease 활성도는 Kim et al. (1998)³¹⁾의 방법으로 측정하였다. 즉, 0.6% casein 용액 (pH 7.0) 3 mL를 30°C 에서 2분간 예열하여 조효소액 1 mL를 첨가한 후 30°C 에서 10분간 반응시키고, 0.4 M trichloroacetic acid

30) G.L. Miller., "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar", *Anal. Chem.* 31, 1959, pp.426-431.

31) 김문숙, 김인원, 오진아, 신동화, 「고추장 메주와 고추 품종별 고추장의 발효특성 비교」, 『한국식품과학회지』, 30, 1998, pp.924-933.

(TCA) 5 mL를 첨가하여 30℃에서 30분간 반응시킨 액을 여과하였다. 여액 2 mL에 0.4 M Na₂CO₃ 5 mL와 Folin 시약 1 mL를 혼합한 후 30℃에서 30분 동안 발색시켜 660 nm로 흡광도를 측정하여 효소액 1 mL에서 1분간 1 µM의 tyrosine을 유리할 때를 1 unit로 하였다.

3. *G. geotrichum* SJM-59을 이용한 탈지대두단백질분말의 발효

대두 (*Glycine max*, Eunha-kong)를 마쇄하여 n-hexane으로 탈지한 후, Park (1993)³²⁾의 방법에 의해 지방이 감소한 대두분말을 제조하였다. 대두분말 50 g에 증류수 150 mL를 넣고 멸균한 후, 1×10^2 – 1×10^6 cfu/mL *Galactomyces geotrichum* SJM-59와 당 (1–5%)을 첨가하여 28–37℃에서 발효하였다. 발효가 완료된 시료는 동결건조하여 분말화한 후, -20℃에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

4. 대두단백발효물의 일반성분분석

발효가 완료된 시료의 수분함량은 Moisture analyzer (MS-70, A&D, Tokyo, Japan)로 측정하였고, 조단백질, 조지방 함량은 AOAC 방법 (984.13A–D, 920.39A)에 따라 분석하였다.

5. 제빵 조건

밀가루는 강력분 (대한제분)을 사용하였고, 설탕은 삼양사의 정백당을, 소금의 해표 꽃소금을, 대조구용 효모는 홈베이킹용으로 판매되는 일반제품 (Jenico Foods Co., Korea)을 사용하였다. 제빵을 위한 조성은 Table 1과 같다. 식빵은 AACC 101-10A³³⁾ (AACC, 2000)에 의한 직접반죽법에 따라 Table 1의 재료를 반죽기에 넣고 혼합하여 2분간 수화시킨 후 중속으로 5분간 혼합하고 다시 고속으로 5분간 혼합하였다. 28℃의 발효 온도와 75%의 습도를 유지하여 40분간 1차 발효를 수행하였고, 160 g씩 분할

32) 박양원, 「대두 단백질의 특성과 그 이용」, 『한국식품영양과학회지』, 22, 1993, pp.643–649.

33) AACC, Approved methods of the AACC, MN, USA, *The American Association of Cereal Chemists*, 2000.

하여 둥글리기 한 후 5분간 중간 발효시켰다. 이 후 성형하여 38℃, 85%의 습도를 유지하면서 40분간 2차 발효시킨 다음, 180℃로 예열된 오븐에서 30분간 구웠다. 소성이 완성된 식빵은 틀에서 분리하여 실온에서 2시간 방냉한 후 식품학적 특성을 분석하는 시료로 사용하였다.

6. 식빵 반죽의 pH

pH는 반죽 5 g에 증류수 50 mL를 가하여 균질화하여 실온에서 1분간 vortexing하였다. 균질액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액의 pH를 측정하였다.

7. 식빵 반죽의 밀도

식빵 반죽의 비용적은 50 mL 메스실린더에 증류수 40 mL를 넣은 후 식빵 반죽 5 g을 넣었을 때 늘어난 증류수의 부피와 반죽의 중량비(g/mL)로 산출하였다.

$$\text{밀도 (g/mL)} = \frac{\text{식빵 반죽의 중량 (g)}}{\text{식빵 반죽의 부피 (mL)}}$$

8. 반죽의 발효팽창력

식빵 반죽을 50 g씩 분리하여 250 mL 메스실린더에 넣은 반죽의 표면을 편평하게 하였다. 식빵 반죽이 들어있는 메스실린더를 1차 발효온도와 습도 75%에서 40분간 1차 발효시키면서 반죽의 부피를 측정하여 발효팽창력을 산출하였다.

9. 반죽 수율 및 굽기손실율

2차 발효가 완료된 식빵 반죽의 중량과 소성 후 식빵의 중량을 각각 측정하여 다음의 식으로부터 반죽수율과 굽기손실율을 산출하였다.

$$\text{반죽수율 (\%)} = \frac{\text{굽기 전 반죽의 중량 (g)}}{\text{구운 후 식빵의 중량 (g)}} \times 100$$

$$\text{굽기손실율 (\%)} = \frac{\text{반죽중량 (g)} - \text{식빵 중량 (g)}}{\text{반죽중량 (g)}} \times 100$$

10. 식빵의 비용적

식빵의 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법³⁴⁾ 으로 측정하였고, 이를 중량으로 나누어 비용적을 산출하였다.

$$\text{비용적 (mL/g)} = \frac{\text{식빵의 부피 (mL)}}{\text{식빵의 중량 (g)}} \times 100$$

11. 색도

시료의 색도는 색차계 (Color reader CR10, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였고, Hunter의 L , a , 및 b 값으로 나타내었다. 이 때 사용한 표준백판의 보정치는 $L = 98.46$, $a = -0.23$, 그리고 $b = 1.02$ 이었다.

12. 식빵의 물성

식빵을 $3 \times 3 \times 3$ cm의 입방체로 잘라 물성을 측정하였으며, 그 조건은 Table 2와 같다 (Texture analyzer TA-XT2, Stable Microsystem, UK).

13. 관능검사

20~40대 남녀 12명을 관능검사요원으로 선정하여 본 실험의 목적과 평가방법에 대해 잘 인지할 수 있도록 관능검사를 실시하기 이전에 사전교육을 실시하였다. 식빵을 제조하여 실온에서 냉각한 후, 균등하게 잘라 시료로 사용하였다. 즉, 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 시료번호를 지정한 후 백색접시에 담아 패널에게 제공하였다. 시료의 외관 (appearance), 색

34) E.J. Pyler, *Physical and chemical test method, Baking science and technology*, 2nd ed., Sosland Publication Company, Kansas, USA, 1979, pp.891-895

(color), 향기 (flavor), 맛 (taste) 및 전체적인 수용도 (overall acceptability)를 9점 척도법을 이용하여 좋은 것은 9점, 나쁜 것은 1점으로 하였다.

14. 항돌연변이원성 (Antimutagenic effects)

항돌연변이원성은 *Salmonella typimurium* TA98을 이용하여 Maron & Ames (1983)³⁵⁾의 방법으로 측정하였다. *S. typimurium* TA98은 genotype (*rfa* mutation, ampicillin resistance, histidine requirement 시험에서 이상이 없었음)을 사용하였다. S9 mixture는 Arochlor1254를 SD (Sprague-Dawley) rat에 500 mg/kg body weight로 주사하여 얻은 간으로부터 조제한 S9을 cofactor mixture (1 M Na₂HPO₄, 300 mM H₂PO₄, 120 mM MgCl₂·6H₂O, 12 mM EDTA, 200 mM glucose-6-phosphate, 16.2 mM NADP)에 대해 5% 첨가하여 조제하였다. 실험은 ice bath 상에서 0.5 mL S9-cofactor mixture, 0.1 mL *S. typimurium* 배양액, 50 µL sample, 50 µL aflatoxin B1 (DMSO)을 넣어 진탕배양 (37°C, 150 rpm, 30 min)하고 2 mL top agar (0.5 mM histidine, 0.5 mM biotin을 10% 함유)를 얹은 minimal glucose agar plate에 도말한 다음 37°C에서 48시간 배양한 후 revertants 수를 계수하였다.

15. 항암활성

인체의 위암세포주 (MKN-45)를 한국세포주은행으로부터 분양받아 10% fetal bovine serum (FBS), 0.1% penicillin-streptomycin (10,000 units/mL for penicillin and 10 mg/mL of streptomycin)이 포함된 Rosewell Park Memorial Institute (RPMI) 1640 media (Gibco, USA)에 배양 (37°C, 5% carbon dioxide, 95% moisture)하였다.

배양된 암세포는 0.05% trypsin-EDTA (Gibco, USA)로 분리하였다. 암세포를 1×10^4 cells/well로 분주한 다음 CO₂ incubator (5% CO₂, 95%

35) D.M. Maron, and Ames, B.N., "Revised methods for the Salmonella mutagenicity test", *Mutat. Res.* 113, 1983, pp.173-178.

H₂O, 37℃)에 5시간동안 배양한 후, 시료를 첨가하여 72시간동안 배양하였다. 배양이 완료된후에 20 μL MTT {3-(4,5-dimethylthiazol)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide}를 첨가하여 4시간동안 CO₂ incubator (5% CO₂, 95% H₂O, 37℃)에 배양하였다. 상층액을 제거하고, DMSO를 넣어 형성된 formazan crystal을 용해시켜 540 nm에서의 흡광도를 측정하였고, 항암활성을 다음의 식으로 산출하였다.

$$Viability(\%) = \frac{Absorbance\ of\ control - Absorbance\ of\ sample}{Absorbance\ of\ control} \times 100$$

16. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복측정하여 '평균 ± 표준편차'로 표시하였다. 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 Student's *t*-test 및 일원배치분산분석으로 분석하였고, 단순회귀분석을 통해 시료의 관능특성과 품질차이 사이의 correlation coefficient를 산출하였다. 일원배치분산분석 후의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로, 두 시료간의 유의성검정은 Student's *t*-test로하였다. 통계분석에는 SPSS(ver. 14.0, USA) 프로그램을 사용하였다.

Table 1. Composition of ingredients for white pan bread making

Ingredients (g)	Control	GG-1	GG-2
Bread flour	1,600	1,520	1,440
Water	1,000	1,000	1,000
Whole egg	90	90	90
Sugar	90	90	90
Salt	35	35	35
Yeast*	45	45	45
FSP**	0	80	160

*Yeast; Lyophilized *Saccharomyces cerevisiae*. **FSP; Lyophilized soybean protein fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

Table 2. Operating condition for texture profile analysis

Classification	Condition
Pretest speed	10.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Posttest speed	1.0 mm/sec
Probe	P10 (10 mm DIA cylinder aluminium)
Sample area	3.0 mm ²
Contact force	5.0 g
Threshold	20.0 g
Distance	10.0 mm
Strain deformation	90.0 %

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절 대두단백발효물의 준비

1. *Galactomyces geotrichum* SJM-59의 배양

G. geotrichum SJM-59를 30℃에서 배양하였을 때의 성장곡선은 Fig. 2와 같다. 배양한 지 12시간부터 24시간까지 *G. geotrichum* SJM-59는 logarithmic phase에 진입하여 세포수가 급증하나, 그 이후에는 stationary phase에 도달하여 세포수의 성장은 급속히 완만해졌다. 따라서 배양 24시간째에 효모를 회수하고 동결건조한 후 -20℃에 저장하면서 이후의 실험에 사용하였다.

G. geotrichum SJM-59는 세포 내에 포자를 지니고 있다 (Fig. 3). 효모 세포 내에 존재하는 포자는 효모가 생육하기 적절한 환경이 되면, 활성화되면서 효모의 생육을 촉진할 수 있다.³⁶⁾ 유포자효모인 *G. geotrichum* SJM-59는 제빵 과정 동안 잘 생육할 것으로 사료되었다.

2. 효소활성도 측정

G. geotrichum SJM-59 균주의 산업적 응용가능성을 파악하기 위하여 amylase (alpha-amylase)와 protease 활성도를 측정한 결과는 Figs. 4-5와 같다. 발효시간이 경과함에 따라, *G. geotrichum* SJM-59 균주의 개수(생균수)가 증가하였고, 균주 수의 증가와 함께 amylase와 protease의 활성도도 함께 증가하였다. 이는 장류 산업에서 사용되는 *Aspergillus oryzae* 등의 균주가 지니는 protease 및 amylase 활성도에 상응하는 결과이었다.³⁷⁾ 반면에 *S. cerevisiae*는 발효시간 및 균주의 증가와 관계없이 장류산업에 응용할 수 있는 정도의 amylase 및 protease 활성도를 나타내지 않았다

36) 모은경, 이준현, Xu. Bao. Jun, 성장균, 전계서, 13, 2004, pp.63-70.

37) 이창호, 이주백, 장상문, 「표고버섯 첨가에 따른 재래식 된장 발효 과정중의 미생물, 효소 활성 및 기능성의 변화」, 『한국응용생명화학회지』, 43, 2000, pp.277-284.

(data not shown). 따라서, *G. geotrichum* SJM-59 균주는 두류발효가공품을 제조할 때에 사용될 수 있을 것으로 사료되었고, 대두단백질의 발효에 사용하였다.

3. 대두단백질 분말의 제조 및 일반성분 분석

대두에는 다량의 단백질과 지방이 함유되어 있다. 대두에 존재하는 지방은 대두를 발효하는 동안 산화되어 대두발효제품의 유리지방산가 및 산가등을 높이는 원인이 되고 있다.³⁸⁾ 따라서 본 연구에서는 대두에 존재하는 지방을 n-헥산을 탈지시킨 후, Park (1993)³⁹⁾의 방법에 의해 대두에 존재하는 단백질을 물로 추출하였다. 본 실험의 단백질 추출수율은 $36.8 \pm 5.9\%$ 이었다.

원재료인 대두분말과 탈지대두단백질 분말의 수분함량이 각각 $15.5 \pm 3.2\%$ 가 될 때까지 건조한 후 이들의 일반성분을 분석하였다. 탈지 과정을 거치면서 탈지대두단백질분말의 지방 함량은 원료인 대두분말에 비하여 약 40%로 감소하였고, 당질 함량도 원료인 대두분말에 비하여 약 50% 정도가 감소하였으나, 회분 함량은 차이를 나타내지 않았다 (Table 3).

장류와 같은 두류발효제품은 저장하는 동안 대두로부터 기인하는 지방성분이 산화되어 품질이 저하되는 단점이 보고되고 있다.⁴⁰⁾ 따라서 탈지대두단백질분말을 이용하여 발효식품을 제조할 경우, 제품을 저장하는 동안에 나타나는 지방의 산화작용은 기존의 제품보다 낮을 것으로 사료되었다. 따라서 본 연구에서 사용한 바와 같이, 탈지과정을 거친 대두단백질분말을 사용하여 발효제품을 제조할 경우, 지방의 산화에서 기인하는 품질 열화가 예방될 것으로 사료되었다.

본 실험에서는 탈지대두단백질분말의 열량 함량을 산출하지 못하였으나,

38) 이숙희, 최홍식, 김창식, 「된장 발효중 콩 Koji 제조과정 에 있어서 지질성분 의 변화에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』, 14, 1982, pp.375-381.

39) 박양원, 전계서, 22, 1993, pp.643-649.

40) 이숙희, 최홍식, 김창식, 전계서, 14, 1982, pp.375-381.

원 재료인 대두분말에 비하여 지방 및 당질 함량이 유의적으로 낮았다. 지방 (9 kcal/g) 및 당질 (4 kcal/g)이 열량을 내는 영양소임을 고려할 때, 탈지대두단백질분말의 열량은 원료 대두분말의 열량보다 낮을 것으로 추정되었다. 따라서 기존의 대두분말을 이용한 제품보다 탈지대두단백질분말을 이용한 제품의 열량 또한 낮을 것으로 사료되었다.

4. *G. geotrichum* SJM-59을 이용한 대두단백질의 발효

대두단백질분말을 이용한 효모 발효제품의 제조 조건을 Table 4와 같이 설정하여 대두단백질발효가공품 (GFP)을 제조하였다 (Fig. 6B). 된장은 전통적으로 제조되어 오고 있는 효모를 사용한 대두발효제품이다. 따라서 전통적인 방법 (발효원: *Aspergillus oryzae*)으로 제조한 된장을 대조구로 사용하였다 (Fig. 6A). GFP의 외관 (Fig. 6B)은 전통적으로 제조한 된장 (Fig. 6A)보다 채도가 높아 밝은 황색을 나타내었다 (Table 5). GFP를 동결건조하여 수분함량이 $15.5 \pm 1.92\%$ 가 되도록 건조한 후 시료로 사용하였다.

5. 대두단백발효물 (GFP)의 일반성분

GFP의 일반성분을 분석한 결과는 Table 6과 같다. Table 6에서와 같이 GFP와 강력분의 수분함량을 유의적인 차이가 없도록 건조하였다. GFP는 강력분보다 단백질, 지방, 및 회분 함량은 유의적으로 높았으나 환원당 함량은 강력분이 GFP보다 유의적으로 높았다. GFP의 단백질 함량이 높은 것은 탈지한 대두 단백질을 발효하였고, 효모 균체도 GFP 내에 남아 있기 때문으로 사료되었다.

6. 대두단백발효물 (GFP)의 유리아미노산 분석

GFP의 유리아미노산 조성을 분석하였다 (Table 7). GFP에 가장 많이

함유되어 있는 아미노산은 leucine (24.88%)이었고, glutamic acid (12.76%) > valine (12.44%) > phenylalanine (12.28%) > isoleucine (11.16%) 순으로 검출되었다. Methionine과 histidine의 함량은 가장 낮은 농도로 함유되어 있었다.

Leucine, valine, phenylalanine, isoleucine, threonine, methionine 및 histidine은 “쓴맛 (bitter taste)”을 내는 아미노산이다. GFP는 45.4%가 쓴맛을 내는 아미노산으로 구성되어 있다. Glutamic acid와 aspartic acid는 “구수한 맛 (savory taste)”을 내는 아미노산이다. GFP는 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 10.5%이었다.

대두발효가공품의 아미노산 조성과 함량 차이는 미생물 급원, 원료 배합, 발효 기간 및 조건에 따라 다르다.⁴¹⁾ 대두발효가공품의 유리아미노산 조성은 메주 또는 장류의 발효시에 이용되는 미생물의 종류, 원료간의 배합비율, 숙성온도, 숙성기간, 발효조건 및 원료 콩의 단백질 함량이나 아미노산의 구성 비율 등에 의해 영향을 받는다.⁴²⁾

된장과 같은 두류발효제품에 함유된 유리아미노산의 종류와 함량의 차이는 최종제품의 맛에 영향을 준다. 즉, glutamic acid, aspartic acid와 같은 산성 아미노산에 의해 약간의 신맛을 형성하며, 아미노산의 함량과 조성에 따라 발효제품의 구수한 맛이 형성된다.⁴³⁾ 일반적으로 된장에서 가장 많은 양을 차지하는 아미노산은 glutamic acid이다.⁴⁴⁾ Kim & Lee의

41) 신정혜, 최덕주, 권오천, 「유자즙 첨가 된장의 품질 특성」, 『한국식품조리과학회지』, 24, 2008, pp.198-205.

42) 손영구, 황종진, 김선림, 유용환, 신두철, 유진영, 「콩 품종별 전통된장 가공 적성 연구」, 『한국콩연구회지』, 14, 1997, pp.27-36.

43) 김진수, 허민수, 「양식산 굴 첨가가 된장의 품질에 미치는 영향」, 『한국응용생명화학회지』, 47, 2004, pp.208-215.

양성호, 최명락, 김종규, 정영건, 「한국 재래식 된장 맛의 특징」, 『한국식품영양과학회지』, 21, 1992, pp.443-448.

44) 박석규, 서권일, 최성희, 문주석, 이영환, 「시판 전통식 된장의 품질평가」, 『한국식품영양과학회지』, 29, 2000, pp.211-217.

박석규, 서권일, 손미예, 문주석, 이영환, 「가정에서 제조된 전통된장의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 16, 2000a, pp.121-127.

박정숙, 이명렬, 김정수, 이택수, 「미생물 급원을 달리한 숙성 된장의 질소성분과 아미노산 조성」, 『한국식품과학회지』, 26, 1994, pp.609-615.

김미정, 이혜수, 「재래식, 개량식 된장과 시판된장의 유리아미노산, 핵산과 그 관련 물질 함량」, 『한국식품영양과학회지』, 17, 1988, pp.69-72.

보고 (1985)⁴⁵⁾에 의하면 모짜렐라 치즈에는 glutamic acid, leucine 및 valine의 함량이 높았다. 이는 GFP의 아미노산 조성과의 유사한 것으로 *G. geotrichum* SJM-59를 발효원으로 하여 대두분말을 발효하였을 때의 아미노산 조성은 된장과는 다르며 오히려 치즈와 유사하였다.



45) 김수호, 이형주, 「치즈 및 된장 에서의 쓴 맛 펩타이드 특성」, 『한국식품 과학회지』, 17, 1985, pp.276-282.

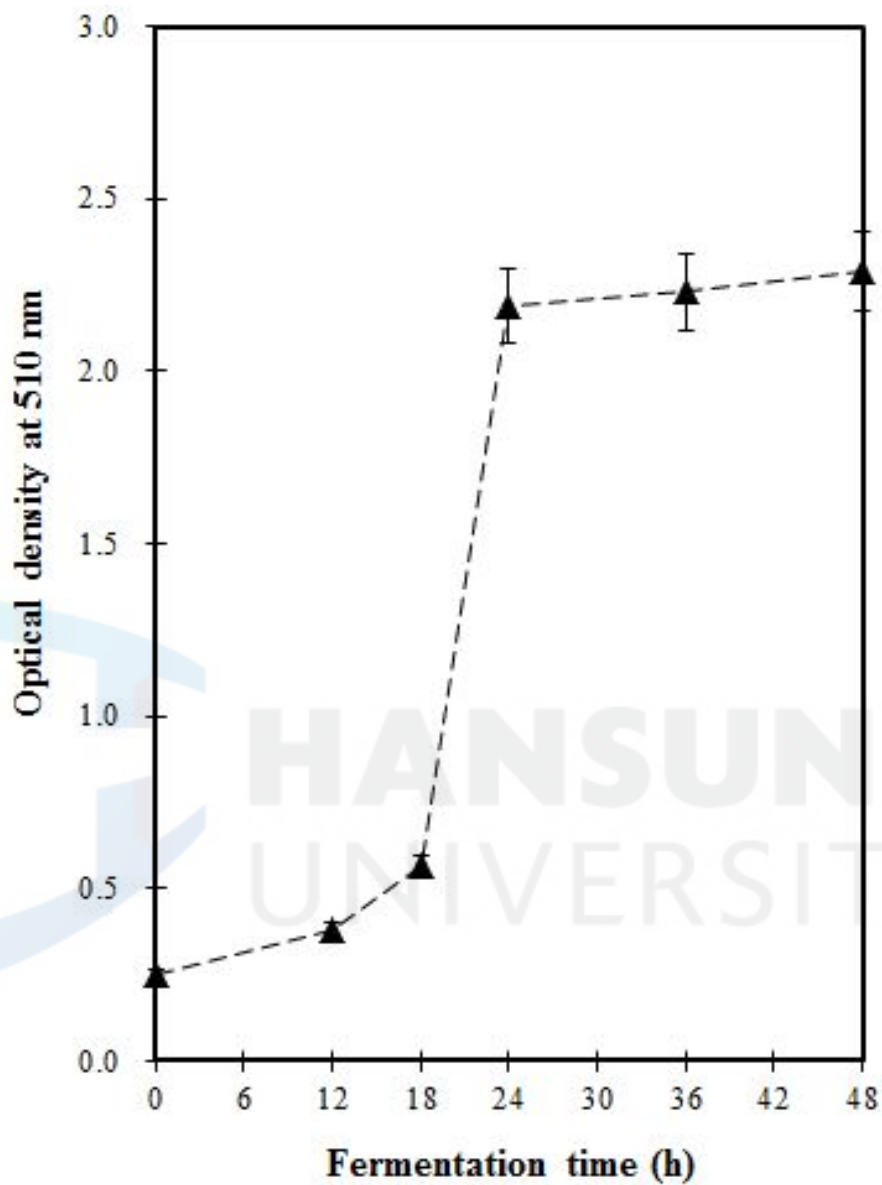


Fig. 2. The growth curves of *Galactomyces geotrichum* SJM-59. *Galactomyces geotrichum* SJM-59 was inoculated into 1.5 L potato dextrose broth in 3 L Erlenmeyer flask with baffles and the 3 samples were placed on the shaker of 140 rpm for 48 h at $30\pm 1^{\circ}\text{C}$.

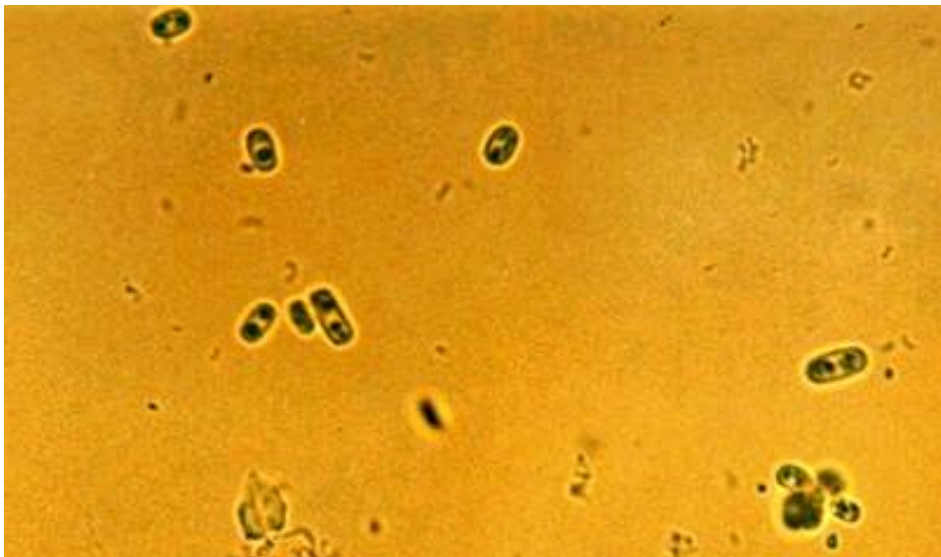


Fig. 3. Ascospores of *Galactomyces geotrichum* SJM-59 on Kleyn media for 3 day at 25°C. Sodium acetate 0.5 g, K₂HPO₄ 0.02 g, KH₂PO₄ 0.012 g, glucose 0.062 g, NaCl 0.062 g, biotin 2 µg, mineral solution 1 mL, agar 2.0 g, and distilled water was added to make 100 mL. Light microscopy, magnification was 40.

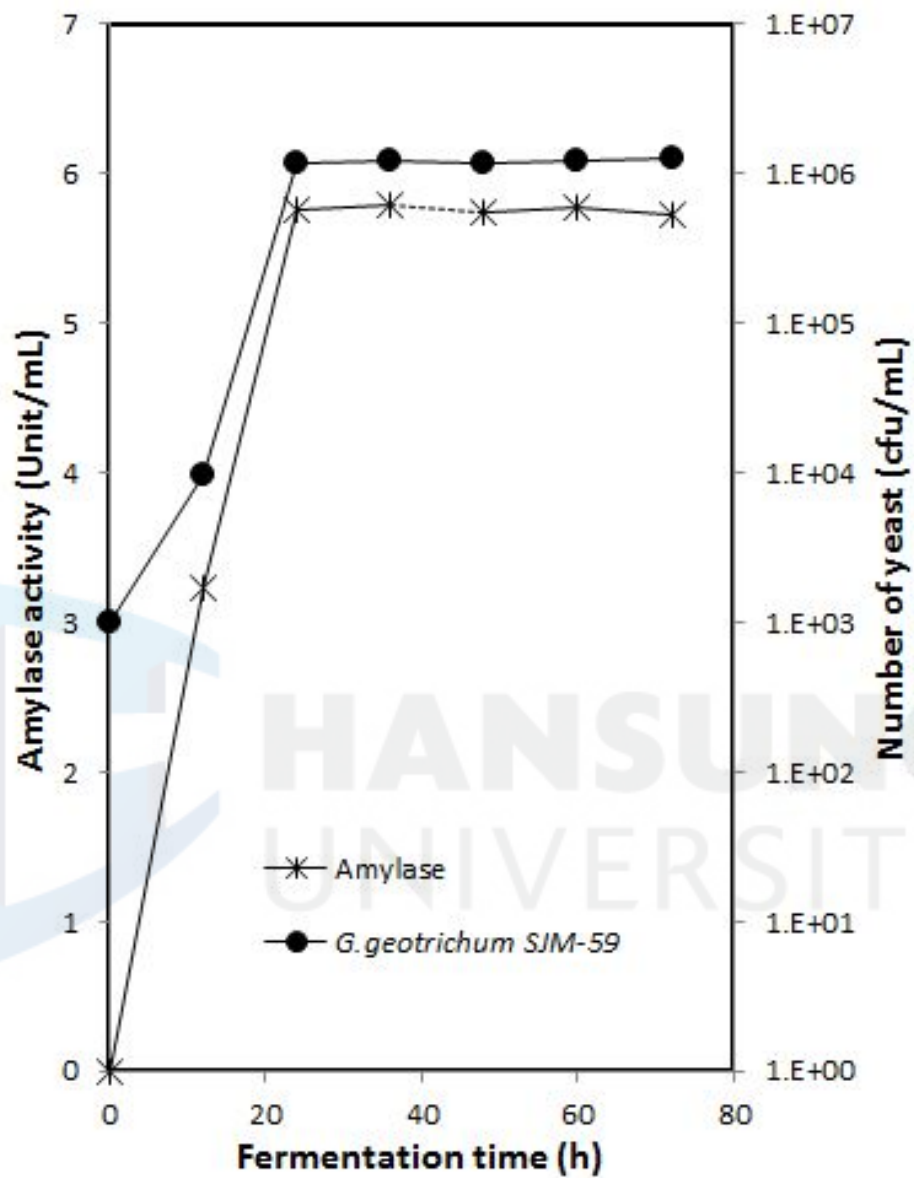


Fig. 4. Amylase activities of *G. geotrichum* SJM-59 during fermentation

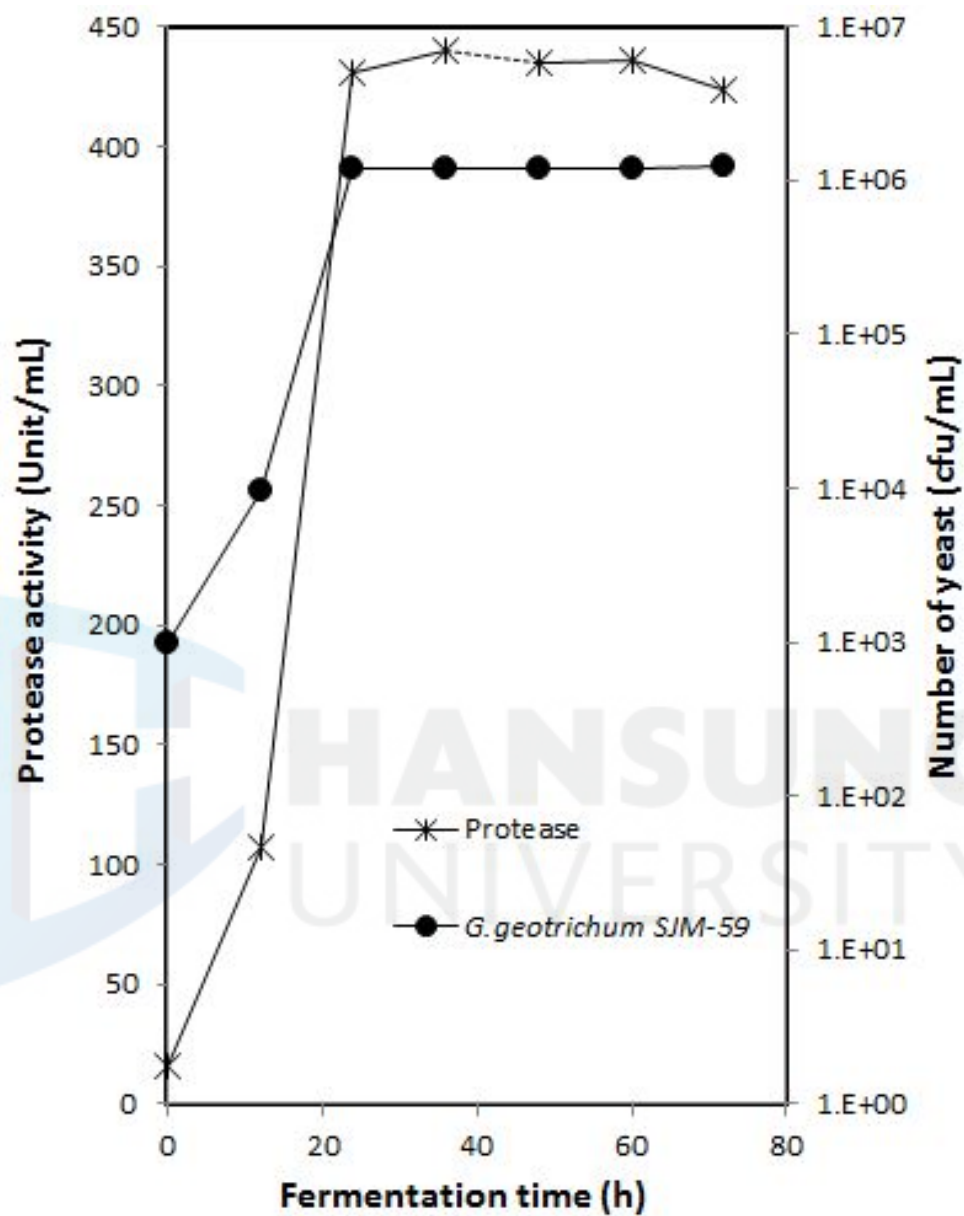


Fig. 5. Protease activities of *G. geotrichum* SJM-59 during fermentation

Table 3. Proximate composition of soybean protein powder

	Water (g)	Protein (g)	Fat (g)	Ash (g)	CHO* (g)
Soybean (100 g)	15.5	36.3 ^a	17.4 ^a	5.39	29.5 ^a
SPP** (100 g)	15.5	76.8 ^b	6.6 ^b	5.38	12.5 ^b

*CHO: carbohydrate (reducing sugar)

**SPP: soybean protein powder

Different letters within a row denote values that were significantly different by Student's *t*-test ($p < 0.05$)

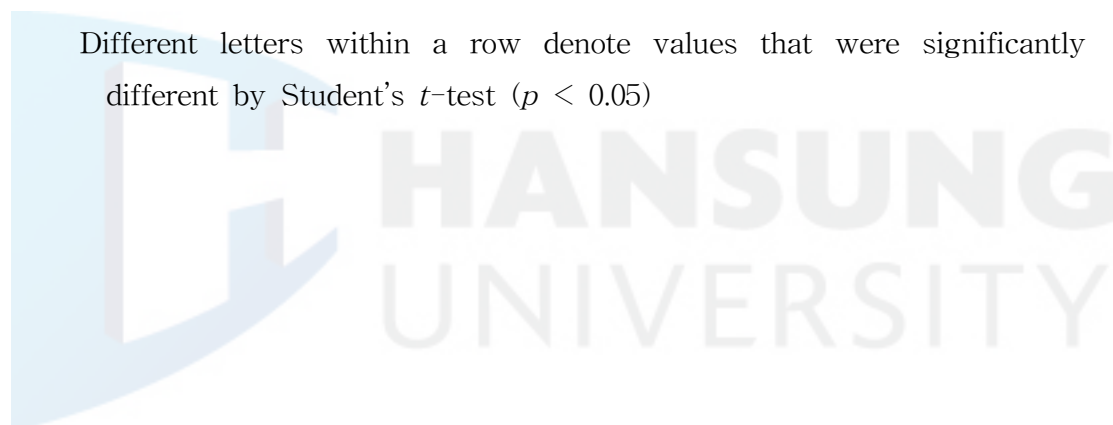


Table 4. Composition of SJM-*Doenjang* (soybean protein powder product) fermented with *G. geotrichum* SJM-59

Ingredients	Concentration
<i>G. geotrichum</i> SJM-59	1×10^3 cfu/mL
Soybean powder	50.00 g
Distilled water	150.00 mL
Glucose	1.00 g
Fermentation condition	
Fermentation temperature	30°C
Fermentation time	24 h

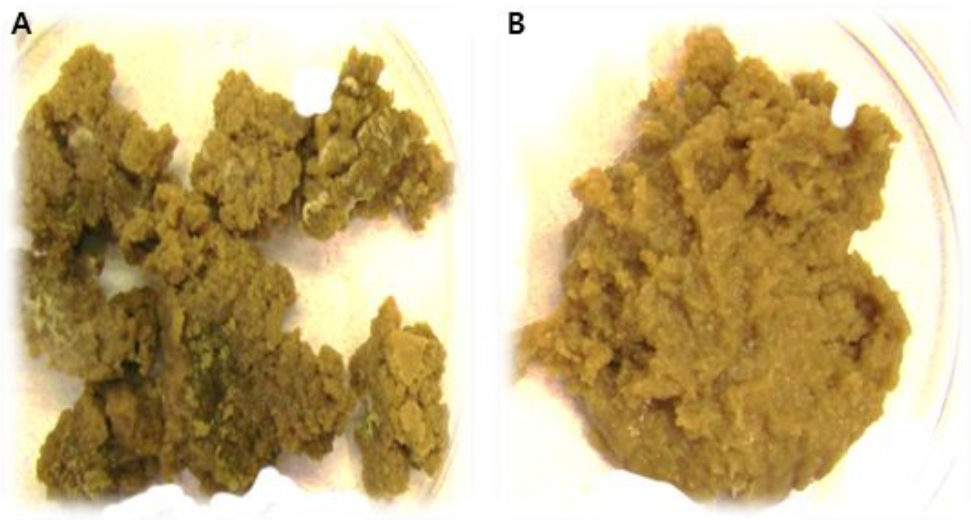


Fig. 6. Product made of soybean protein powder fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). A: fermented with *Aspergillus oryzae* for 45 days (control). B: soybean protein fermented product (GFP) by *G. geotrichum* SJM-59 for 24 h.

Table 5. Chromaticity of soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP)

	Control	GFP
<i>L</i> value	43.3±0.02 ^a	64.4±0.40 ^b
<i>a</i> value	3.1±0.13	3.0±0.21
<i>b</i> value	17.4±0.01 ^a	27.6±0.11 ^b

Control; traditional *Doenjang* made from *Aspergillus oryzae* fermented at 30°C for 45 days. GFP; soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 at 30°C for 24 h.

Different letters within a row denote values that were significantly different by Student's *t*-test ($p < 0.05$).

Table 6. Proximate composition of soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP).

	GFP	Hard wheat flour
Moisture (%)	15.51±1.92	15.18±2.84
Protein (g)	158.73±1.83 ^a	13.76±1.83 ^b
Fat (g)	21.52±1.25 ^a	0.59±0.08 ^b
Ash (g)	46.63±1.71 ^a	0.35±0.05 ^b
Reducing sugar (g)	37.22±1.49 ^a	68.14±2.88 ^b

A soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 at 30°C for 24 h.

Different letters within a row denote values that were significantly different by Student's *t*-test ($p < 0.05$).

Table 7. Free amino acids composition of soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP)

Amino acid	GFP (%)	Taste
Leucine	24.88	Bitter
Glutamic acid	12.76	Savory
Valine	12.44	Bitter
Phenylalanine	12.28	Bitter
Isoleucine	11.16	Bitter
Arginine	4.1	Bitter
Lysine	3.5	Salty
Threonine	3.3	Sweet
Aspartic acid	2.5	Savory
Methionine	2.3	Bitter
Histidine	0.9	Bitter

GFP was a soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 at 30°C for 24 h.

제 2 절 GFP를 첨가한 식빵의 품질 특성

1. 식빵 반죽의 pH

GFP를 첨가하여 제조한 식빵 반죽의 pH를 측정한 결과는 Fig. 7과 같다. GFP를 첨가한 식빵 반죽의 pH가 대조구보다 약간 낮았다. *G. geotrichum* SJM-59 균주는 발효되는 동안 많은 양의 유기산을 생산하는 것으로 보고되어 있다.⁴⁶⁾ 따라서 대조구보다 실험구 반죽의 pH가 낮아졌으나 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이는 관측되지 않았다.

2. 식빵 반죽의 밀도

밀도는 반죽의 팽창 정도를 나타내고 완성된 제품의 향과 색에 영향을 미치는 인자로 보고되어 있다.⁴⁷⁾ 식빵 반죽의 밀도는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았다 (Fig. 8). 따라서 GFP를 넣은 식빵의 식품학적 품질은 *S. cerevisiae*로 발효한 대조구와 다르지 않을 것으로 사료되었다.

3. 반죽의 발효팽창력

GFP를 첨가한 식빵 반죽의 발효팽창력을 측정한 결과는 Fig. 9와 같다. 식빵의 1차 발효 초기인 발효 10분까지는 GFP 첨가구의 발효팽창력이 대조구보다 높았으나 유의적이지는 않았다. 그러나 발효시간이 경과하면서 GFP 처리구에서의 발효팽창력이 대조구보다 유의적으로 증가하였다. GG-1은 대조구보다 약 10-25%, GG-2는 대조구보다 약 25-35% 높은 발효팽창력을 나타내었다. GFP 첨가 농도와 식빵 반죽의 발효팽창력 사이에

46) 모은경, 강효진, Chang-Tian. Lee, Xu, Bao-Jun., 김재훈, 왕치준, 김재천, 성창근, 전계서, 13, 2003, pp.800-808.

47) 최선영, 성낙주, 김행자, 「표고버섯을 첨가한 전통관장의 이화학 특성」, 『한국식품조리과학회지』, 22, 2006, pp.69-79.

는 약한 정의 상관관계가 있음을 알 수 있었으나, 유의적이지는 않았다 (Pearson's correlation coefficient was $r^2 = 0.603$, $p = 0.086$).

식빵 반죽의 발효 팽창력은 반죽에서의 gluten 생성량과 가스 보유력에 의해 영향을 받는다. 전술한 바 (Table 6)과 같이, GFP는 밀가루 (강력분) 보다 단백질 함량이 유의적 (11.54 배)으로 높았다. 따라서 식빵 제조시에 사용되는 밀가루의 일정량을 GFP로 대체할 경우, 총 단백질 함량이 증가하면서 반죽의 발효팽창력이 증가한 것으로 사료되었다.

또한 GFP는 *G. geotrichum* SJM-59를 포함하고 있다. *G. geotrichum* SJM-59는 유포자 형성 효모로 당을 이용하여 이산화탄소를 발생시킬 수 있다.⁴⁸⁾ 즉, GFP 처리구는 GFP에 함유된 *G. geotrichum* SJM-59에 의해 이산화탄소 발생이 증가하였기 때문에 반죽의 발효팽창력이 대조구보다 유의적으로 높았던 것으로 사료되었다. 따라서 식빵제조시에 밀가루를 GFP로 대체할 경우, 1차 발효시간을 10-20분 정도 단축할 수 있을 것으로 사료되었다.

4. 반죽 수율 및 굽기손실율

식빵의 반죽 수율 및 굽기손실율은 식빵의 중량에 영향을 받는다. 따라서 2차 발효가 완료된 일정량의 식빵 반죽과 소성 후의 중량을 각각 측정하여 반죽수율과 굽기손실율을 산출하였다. 반죽수율은 대조구와 실험구 사이에 차이가 없었다 (Fig. 10).

굽기손실 (baking loss)은 발효산물 중에서 휘발성 물질이 굽는 과정동안 열에 의해 휘발하면서 수분이 증발한 것으로⁴⁹⁾ 동일한 조건하에서도 굽기손실율이 증가할수록 전분의 호화가 양호하고 crust의 착색이 좋다.⁵⁰⁾

48) 모은경, 이준현, Xu, Bao-Jun., 성장근, 전계서, 13, 2004, pp.63-70.

49) 김성근, 최홍식, 권태완, Marston PE, 「밀-쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵 시험」, 『한국식품과학회지』, 10, 1978, pp.247-251.

50) S. PROELS, Cleemput, G. and Vandewalle, X., "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, 1993, pp.318-323.

GFP 첨가에 의해 굽기손실율이 대조구에 비하여 약간 증가하였으나, 유의적인 변화는 관측되지 않았다 (Fig. 11).

5. 식빵의 pH

대조구와 GFP를 첨가한 실험구의 pH를 측정하였다 (Fig. 12). 대조구의 pH보다 GFP 첨가구의 pH가 유의적으로 낮은 것은 GFP에 함유된 *G. geotrichum* SJM-59 때문인 것으로 사료되었다. *G. geotrichum* SJM-59는 발효하는 동안 다량의 유기산을 생성하는 효모이다.⁵¹⁾ 식빵을 발효하는 과정동안, 효모인 *G. geotrichum* SJM-59가 같이 발효되면서 생성되는 유기산에 의해 식빵의 pH가 낮아진 것으로 사료되었다.

6. 식빵의 비용적

대조구와 GFP 처리구의 비용적을 측정한 결과는 Fig. 13과 같다. GFP 처리구의 비용적은 대조구보다 유의적으로 높았다. 즉, GFP 처리구의 부피가 대조구보다 유의적으로 증가하였다. 이는 GFP 내에 함유된 *G. geotrichum* SJM-59가 *S. cerevisiae*와는 별개로 발효되면서 분비하는 이산화탄소에 의해 식빵의 부피가 대조구보다 유의적으로 증가한 것으로 사료되었다. 식빵 제조시에 첨가하는 GFP의 농도와 식빵 비용적 간의 상관관계를 산출한 결과는 Fig. 14와 같다. GFP의 첨가량이 증가할수록 식빵의 비용적이 증가하는 정 (positive)의 상관관계를 나타내었으나 유의적이지는 않았다 ($p = 0.608$).

제빵에서 비용적은 단백질의 양과 질, 글루텐의 발달정도, 제빵 반죽에 첨가되는 부재료의 양과 종류에 의해 영향을 받는다. 본 실험에서는 첨가하는 GFP의 양만큼 밀가루의 함량을 감소시켰다. 따라서 대조구와 실험구

51) 모은경, 강효진, Lee, Chang-Tian, Bao-Jun, Xu., 김재훈, 왕치준, 김재천, 성창근, 전계서, 13, 2003, pp.800-808.

에서의 비용적이 유의적으로 달랐던 것으로 사료되었다.

최종 제품의 비용적이 높을수록 빵의 반죽 및 발효시 글루텐이 형성되는 과정에서 air cell이 균일하게 발생하여 탄력성이 높은 빵을 형성한다. 따라서 대조구보다 GFP를 첨가하여 제조한 빵의 탄력성이 높을 것으로 추정하였다.

7. 식빵의 색도

빵의 색도는 첨가하는 물질이 지닌 본연의 색, 당의 종류와 양, 반죽의 pH 및 발효 온도 등에 의해 영향을 받는다.⁵²⁾ (Shin & Kim, 2008). 본 실험의 경우, 식빵의 제조 시에 사용한 당의 종류와 양, 반죽의 pH 및 발효 온도는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이가 없었다. GFP는 미황색의 분말이므로, 식빵 제조시에 밀가루 대신 GFP를 첨가한 실험구의 색도는 대조구와 달랐다 (Table 8). 식빵 표면 (crust)의 색은 대조구와 실험구 모두 “갈색”을 나타내었으나, GFP 첨가량이 증가할수록 crust의 명도값 (lightness)은 감소하였고, 적색도 (redness) 및 황색도 (yellowness)는 증가하였다. 식빵 내부 (crumb)의 색도는 대조구의 경우, “미백색”을 나타내었으나, GG-1은 “미황색”, GG-2는 “담황색”을 나타내었다. 이는 GFP 자체의 색에 의해 나타난 결과로 사료되었다. 즉, Table 9에서와 같이, GFP 자체는 밝은 황색을 나타내는 분말이었다. 따라서 식빵에 첨가되는 GFP의 양이 증가할수록 식빵 내부의 색도가 황색을 나타내는 것으로 사료되었다.

8. 식빵의 물성

GFP를 넣어 제조한 식빵과 대조구의 조직감을 측정하였다 (Table 10). Table 10에서와 같이, 대조구보다 GFP를 첨가하여 제조한 실험구의 경도

52) 신길만, 김동영, 「당귀 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, 2008, pp.497-504.

(hardness)와 응집성 (cohesiveness)이 감소하였으나 유의적인 차이는 관측되지 않았다. 응집성은 시료 내부의 결합력을 평가하는 지수이다. 따라서 GFP 처리구는 대조구보다 내부 분자 간의 결합이 약한 것으로 사료되었다. 탄력성 (springiness)은 경도의 값에 영향을 받는다. 실험구의 경도가 대조구보다 낮았기 때문에 실험구의 탄력성도 대조구보다 낮았다. 검성 (gumminess)과 씹힘성 (chewiness)은 경도, 응집성 및 탄력성의 곱으로부터 산출된다. 본 연구에서는 GFP를 첨가한 실험구의 경도, 응집성, 및 탄력성이 대조구보다 모두 낮았다. 따라서 실험구의 검성 및 씹힘성도 대조구보다 낮았다.

9. 관능검사

GFP를 넣어 제조한 식빵과 대조구의 관능검사를 실시하였다. 대조구와 비교시, 각각의 관능검사 항목에 대해 좋으면 9점, 싫으면 1점을 주도록 하였다. 관능검사 결과, 대조구 및 실험구 사이에 차이를 발견할 수 없었다 (data not shown). 따라서 대조구의 관능 특성 값을 기준으로 하여 실험구의 관능특성 값을 평가한 결과는 Fig. 15와 같다. 식빵의 외관 (Figure)은 대조구와 실험구 사이에 관능적인 차이를 나타내지 않았다. 식빵의 색 (color)는 GFP의 첨가량이 많을수록 관능적인 선호도가 감소하였으나 시료간의 유의적인 차이는 없었다.

식빵의 향기 (flavor), 맛 (taste), 조직감 (texture), 및 전체적인 수용도 (overall acceptability) 항목에서는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이가 관측되었다. 즉, 식빵의 향기, 맛, 조직감, 및 전체적인 수용도에 대한 선호도는 대조구보다 실험구가 유의적으로 높았고, 이는 GFP의 첨가량이 증가할수록 선호도가 증가하였다 (Tables 11-12).

GFP에는 많은 양의 휘발성 향기성분이 함유되어 있다. Mo et al. (2012)의 보고에 의하면 GFP에는 trimethylhexane (cured meat flavor)가 약 26%로 함유되어 있고, 그 다음으로 많이 검출된 휘발성 향기성분은

1-dodecene (savory flavor) > 1-hexadecanol (waxy floral) > ethyl 2-methyl butyrate (fruity, sweet green apple fruity) > 2,6-dimethyl-4-heptanol (mild fresh, ethereal, fermented yeasty) > phenylethyl alcohol (sweet, floral rose, fresh) > prenyl isobutyrate (fruity, berry, butter)이며, GFP의 향기성분은 "savory", "waxy", "fruity", "sweet"하였다. 또한 phenylethyl alcohol이 GFP에서 다량 검출된 것은 GFP의 발효원인 *G. geotrichum* SJM-59가 phenylethyl alcohol을 다량 생성하는 균주이기 때문으로 보고하였다.⁵³⁾ 이와 같이, GFP에는 "Pleasant"한 향기성분이 많이 함유되어 있고, GFP가 "Savory"한 맛을 나타내기 때문에 GFP를 첨가한 실험구는 "향기", "맛" 항목에서 대조구보다 유의적으로 선호도가 높았던 것으로 사료되었다.

전술한 바와 같이, GFP가 첨가된 실험구는 hardness, springiness, chewiness, gumminess, 및 cohesiveness가 대조구보다 낮았다 (Table 10). 따라서 "조직감" 항목에서 실험구에 대한 선호도가 대조구보다 높았다.

"전체적인 수용도 (overall acceptability)"는 flavor ($r^2 = 0.929$), taste ($r^2 = 0.994$), 및 texture ($r^2 = 0.754$)와 강한 정 (positive)의 상관관계를 나타내었다 (Table 13). 즉, flavor, taste, texture의 관능특성이 우수한 시료는 overall acceptability도 함께 우수한 것으로 나타났다. Table 12에서와 같이, GFP 첨가 농도와 높을수록 식빵의 flavor, taste, texture에 대한 관능특성 값이 높았다. 따라서 식빵 제조시에 GFP 첨가량을 증가시킬수록 overall acceptability도 높아질 것으로 사료되었다.

53) 모은경, 강효진, Lee, Chang-Tian., Bao-Jun. Xu., 김재훈, 왕치준, 김재천, 성창근, 전계서, 13, 2003, pp.800-808.

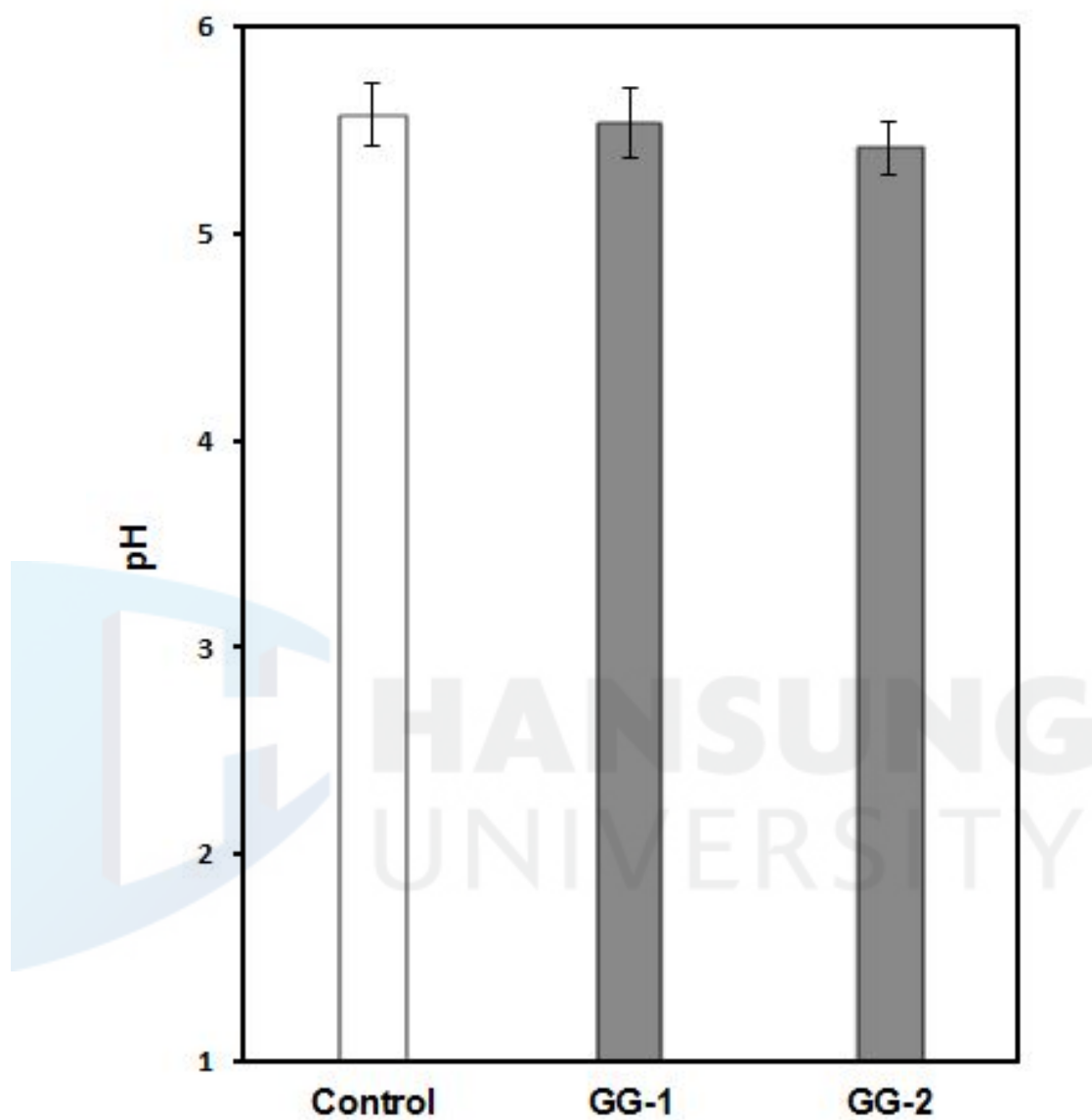


Fig. 7. pH of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation.

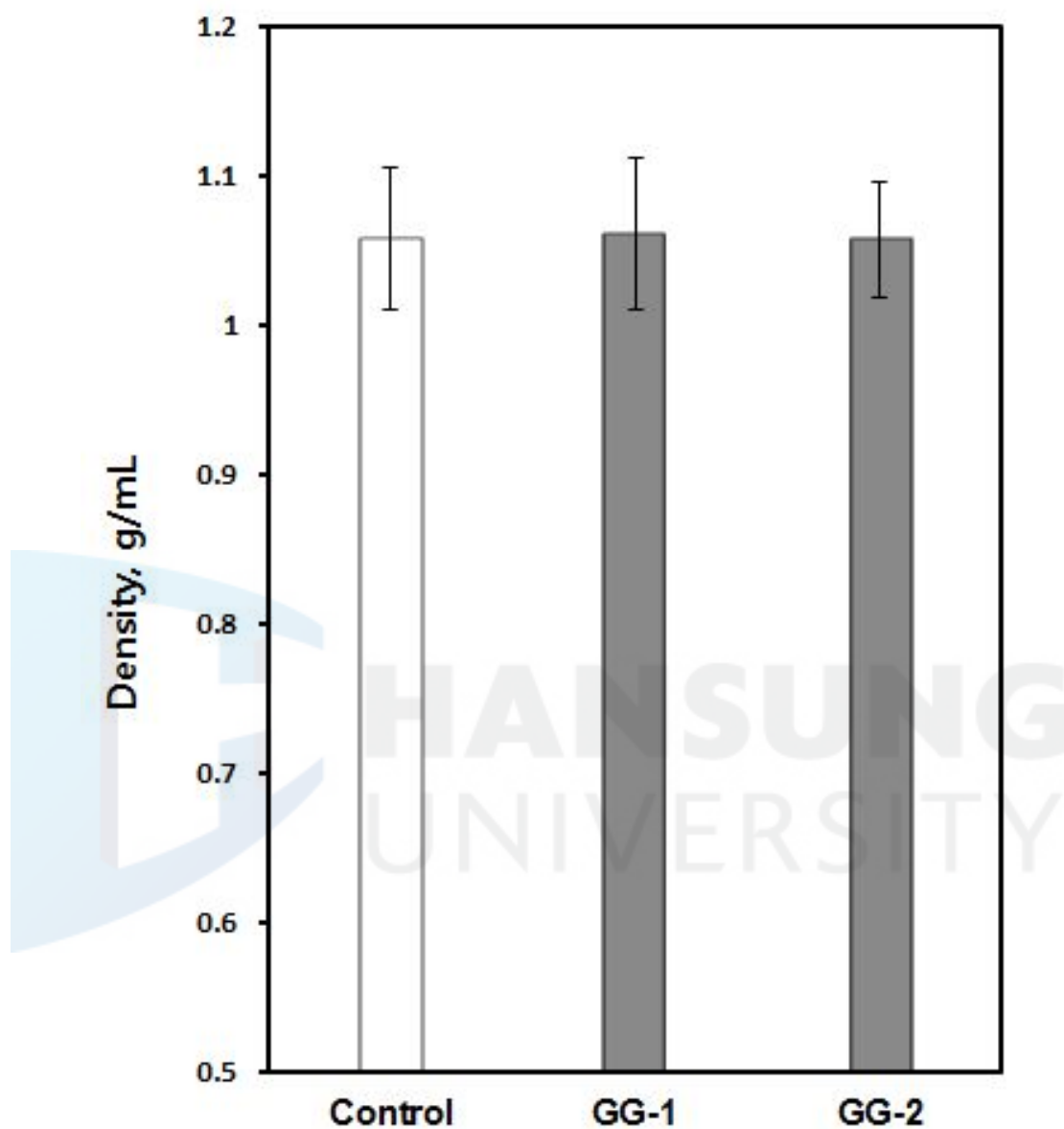


Fig. 8. Density of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation.

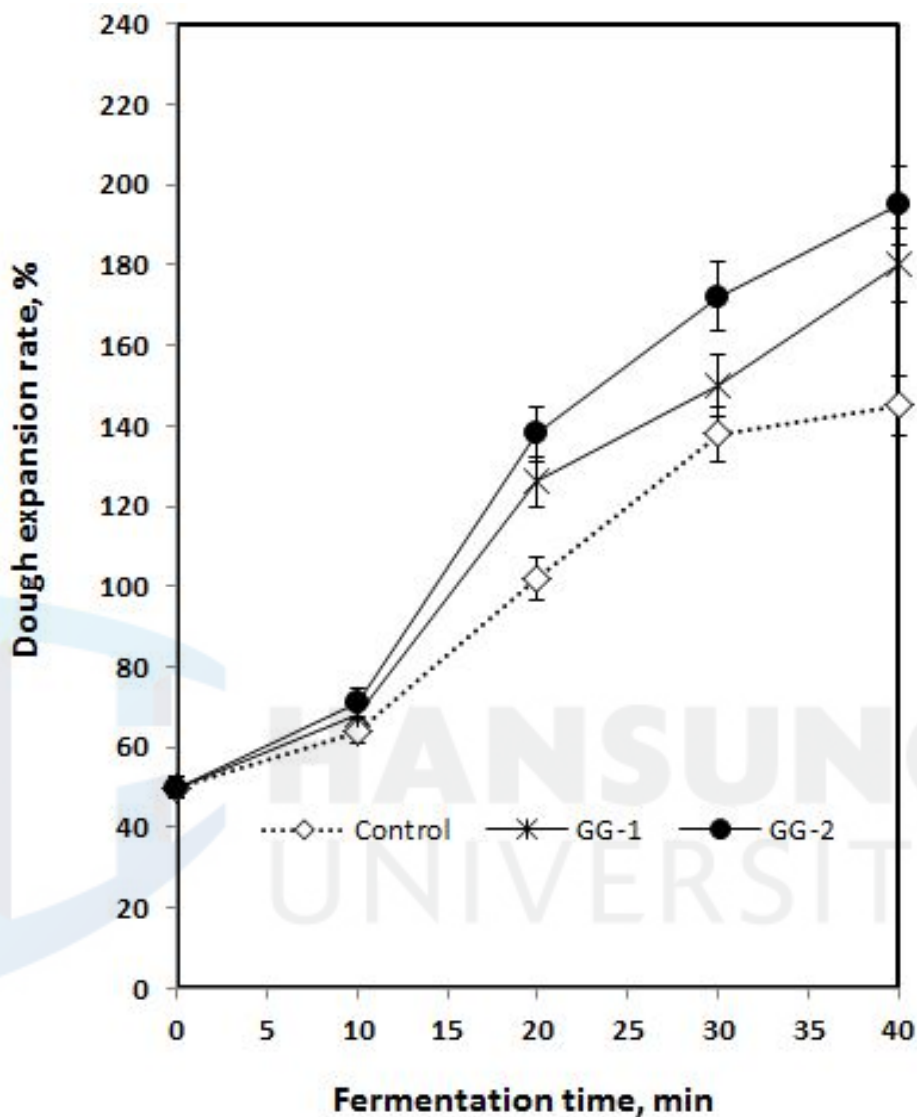


Fig. 9. Dough expansion rate of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation. Tested groups were not significantly different ($p < 0.05$) at 10 min. but significant differences were detected after 20 min, analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

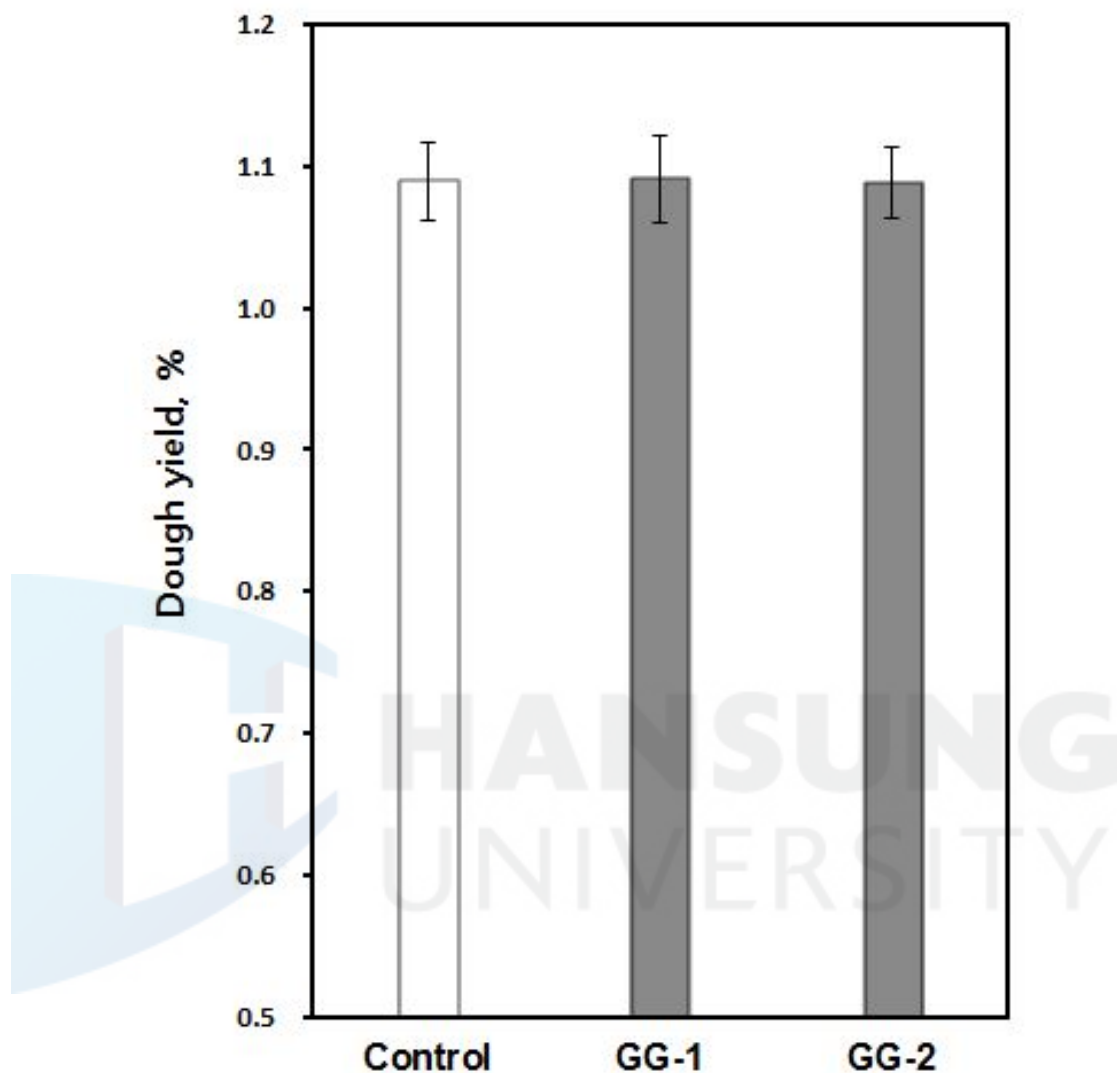


Fig. 10. Dough yield of white pan bread dough added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation. Tested groups were not significantly different ($p < 0.05$) at 10 min. but significant differences were detected after 20 min, analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

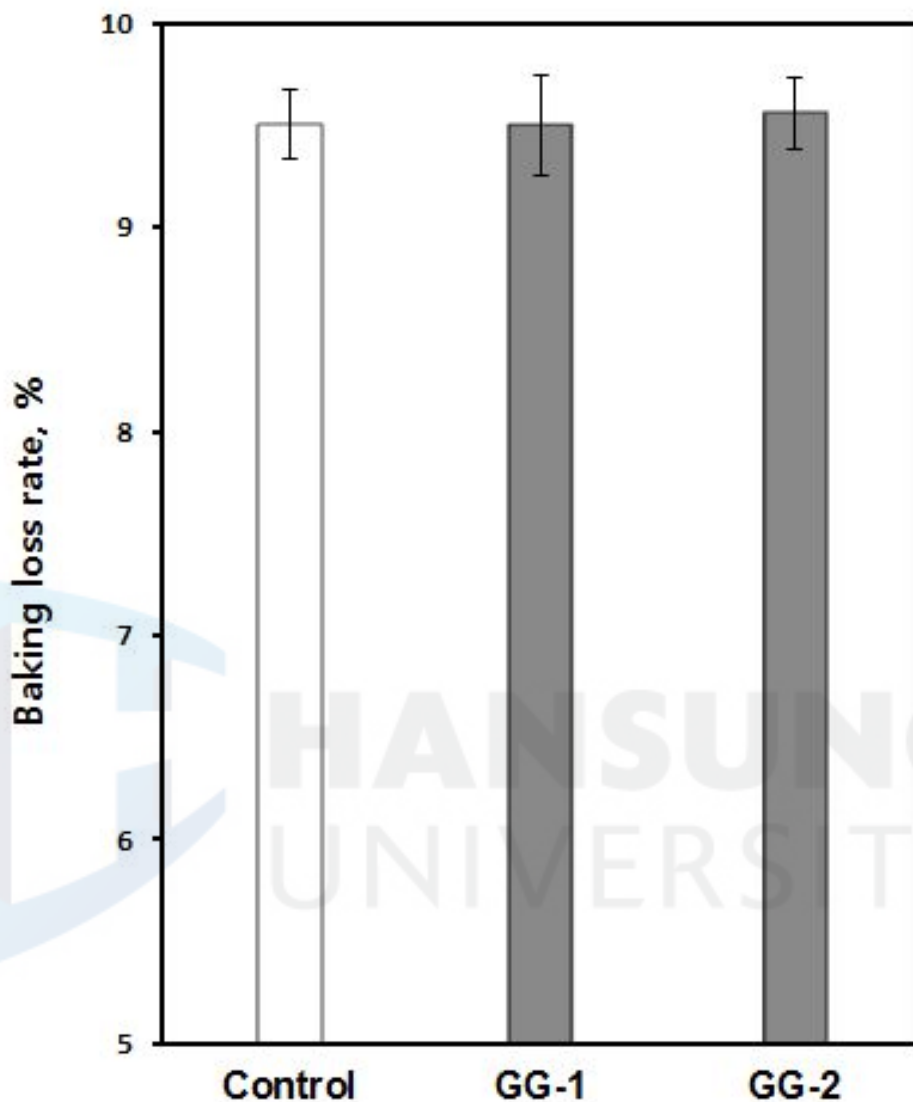


Fig. 11. Baking loss rate of white pan bread added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation. Tested groups were not significantly different ($p < 0.05$) at 10 min, but significant differences were detected after 20 min, analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

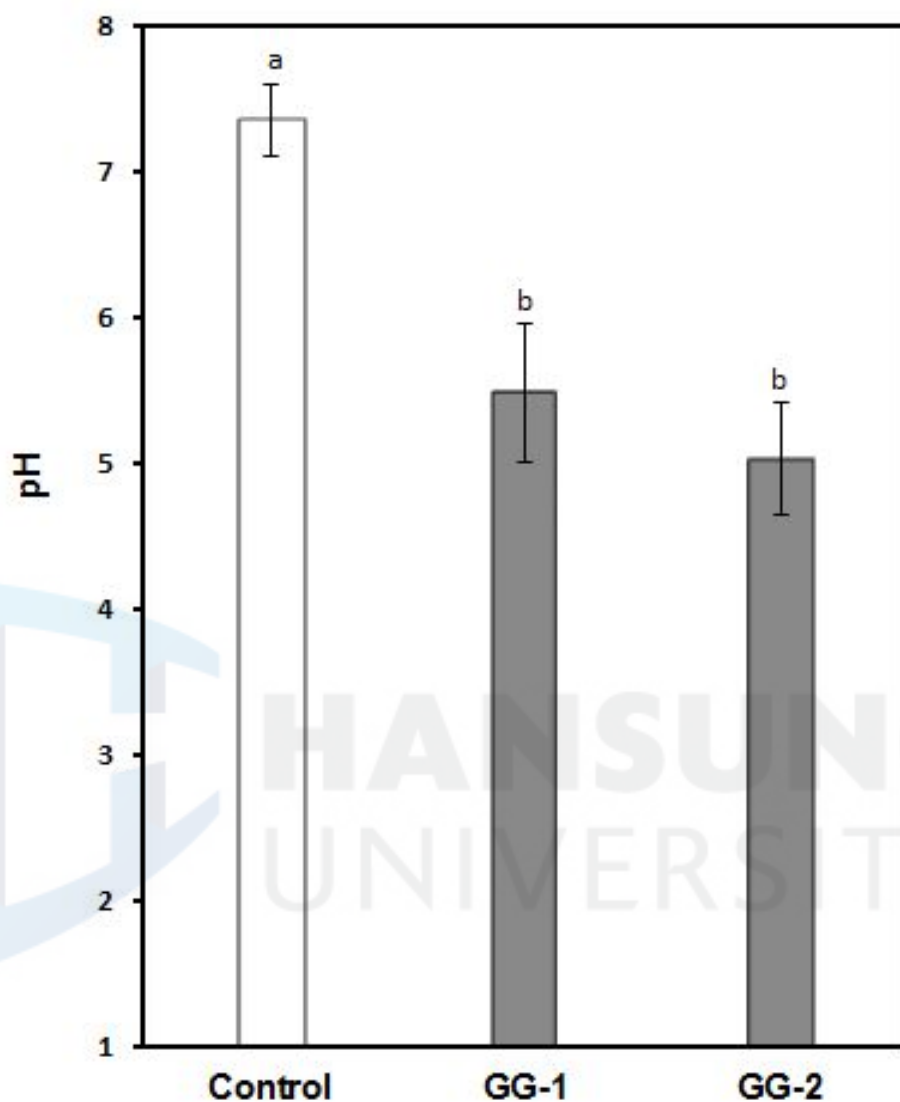


Fig. 12. pH values of white pan bread added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation. Different letters in a figure denote that significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

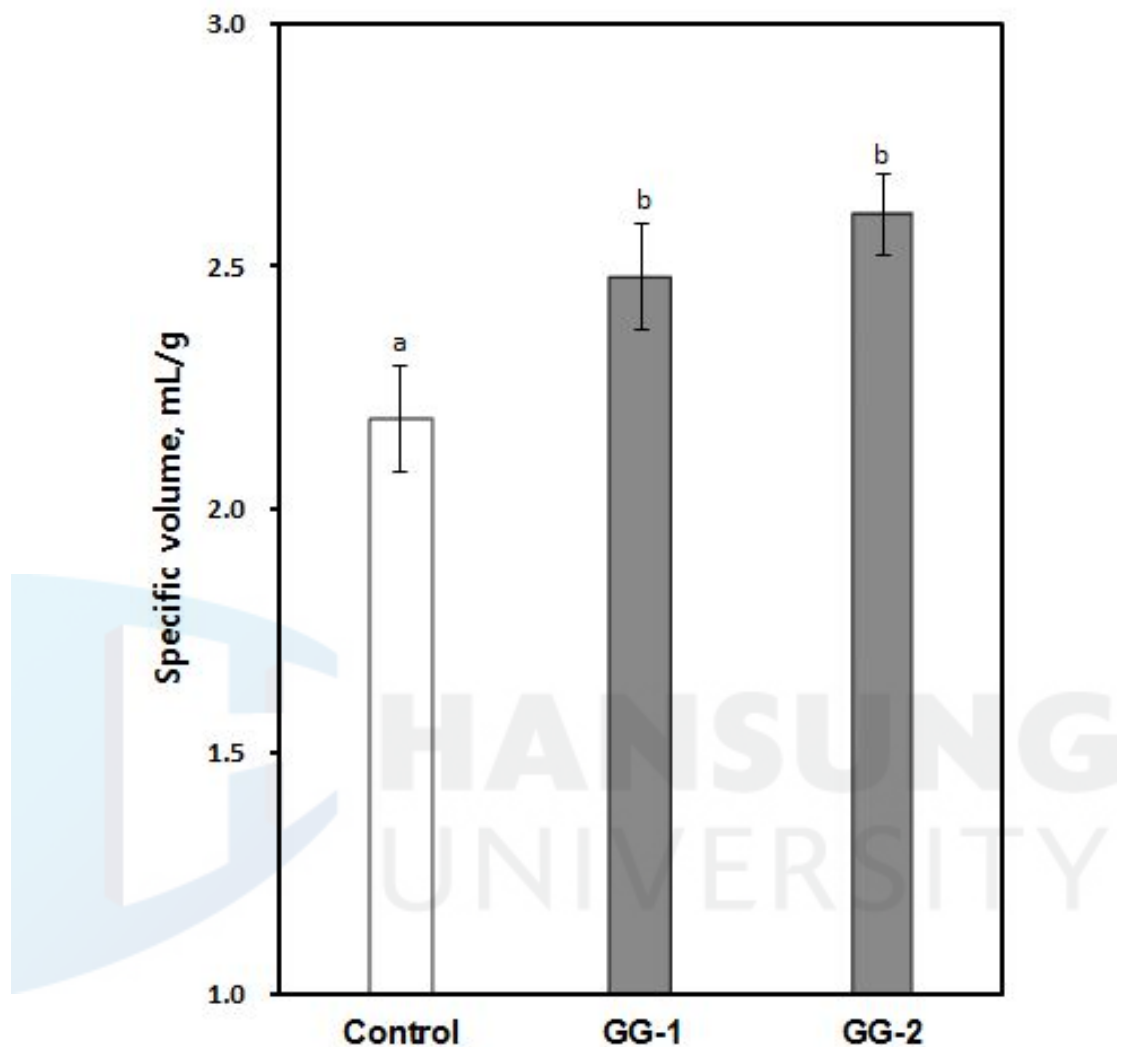


Fig. 13. Specific volume of white pan bread added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Data were expressed as Mean $\pm$ standard deviation. Different letters in a figure denote that significantly different ($p < 0.05$), analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

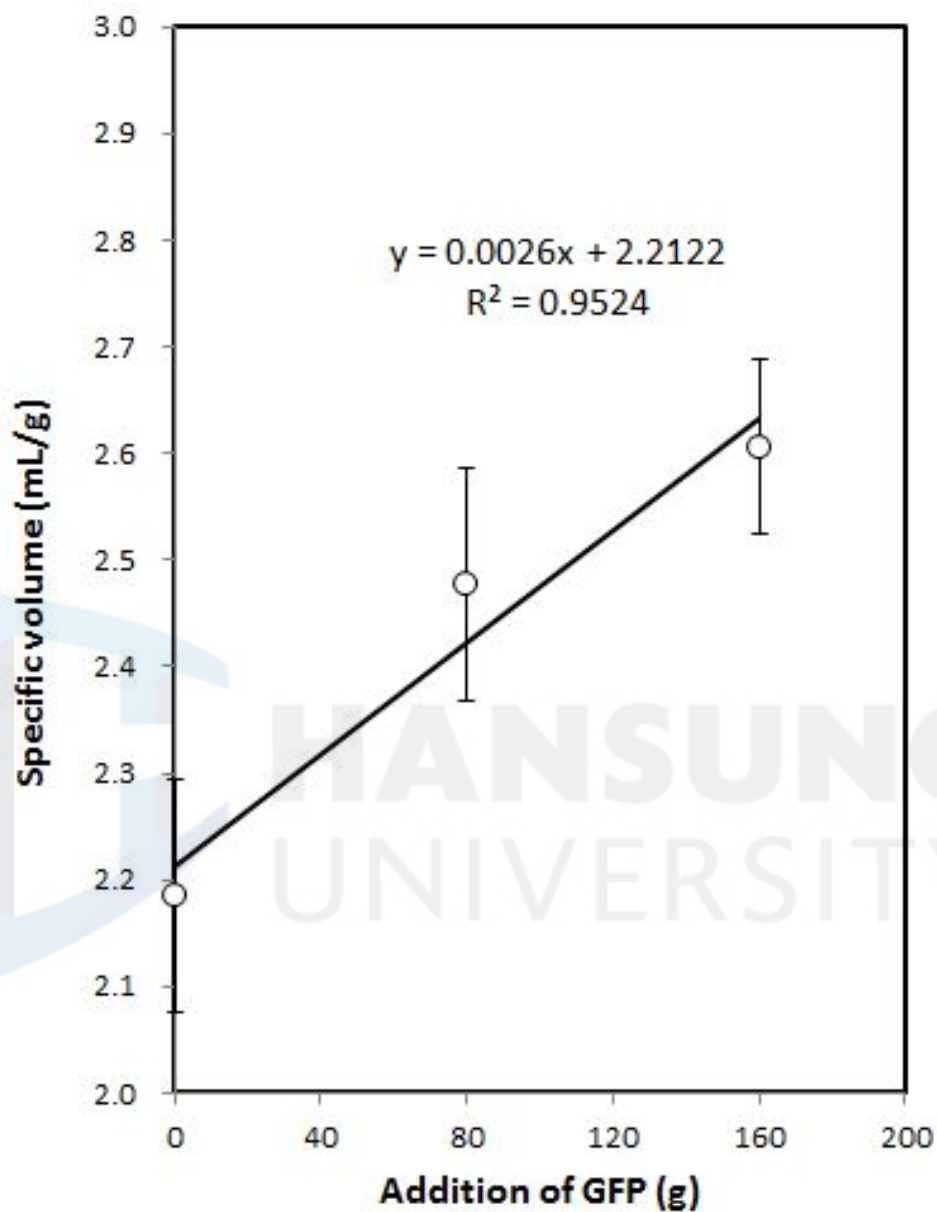


Fig. 14. Correlation between specific volume and addition of GFP (soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59) in the making of white pan bread.

Table 8. Chromaticity of white pan bread added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP).

	Crust			Crumb		
	Control	GG-1	GG-2	Control	GG-1	GG-2
Lightness (<i>L</i>)	45.1	43.5	40.1	93.3	75.5	65.9
Redness (<i>a</i>)	6.5	8.5	12.5	-9.6	-1.5	-1.6
Yellowness (<i>b</i>)	24.5	26.5	27.9	26.1	42.6	43.4

Table 9. Chromaticity of soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP).

	GFP
Lightness (<i>L</i>)	64.0±0.4
Redness (<i>a</i>)	3.0±0.3
Yellowness (<i>b</i>)	27.6±0.1



Table 10. Texture characteristics of white pan bread added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP)

Categories	Control	GG-1	GG-2
Hardness (g/cm ²)	209.42±18.39	205.19±17.93	196.37±20.99
Springness	0.97±0.021	0.97±0.018	0.96±0.017
Chewiness	82.08±5.26	79.17±8.01	76.87±8.07
Gumminess	92.85±8.29	90.18±8.90	88.71±4.96
Cohesiveness	0.44±0.11	0.43±0.12	0.43±0.08

Data were expressed as Mean ± standard deviation.

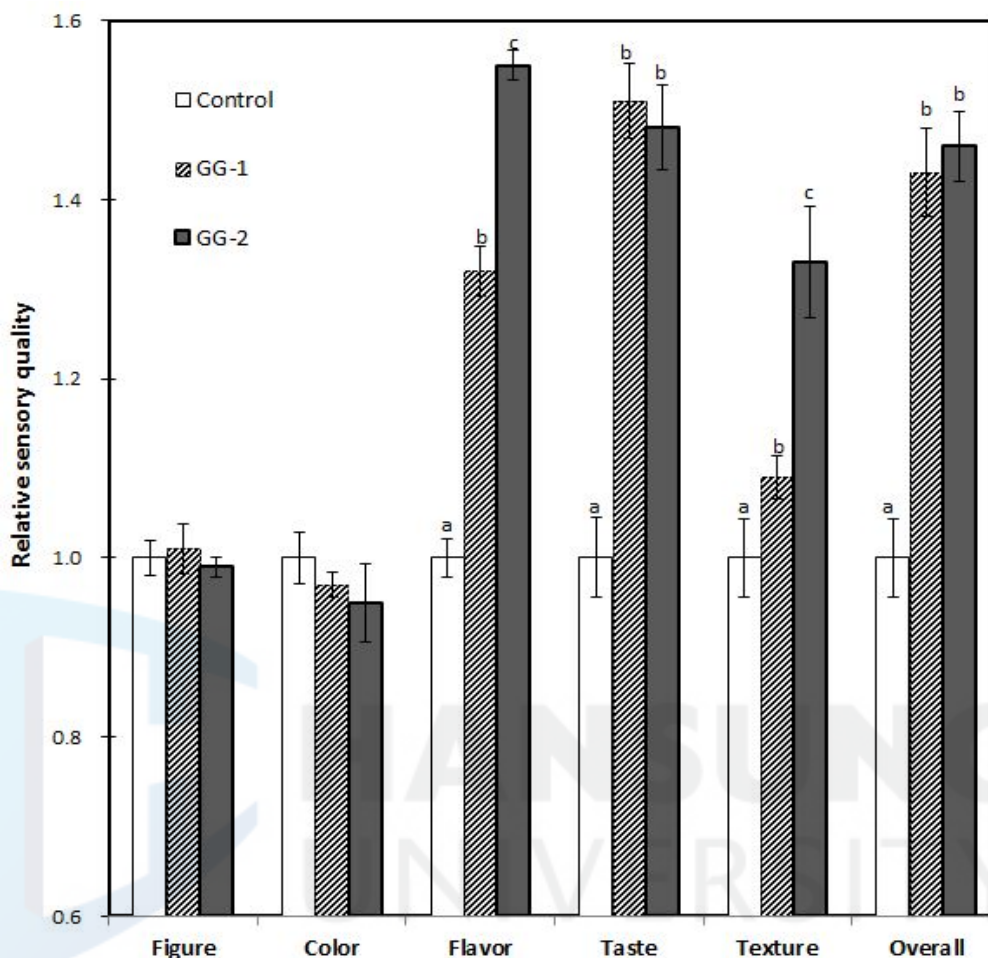


Fig. 15. Sensory evaluation of white pan bread added with soybean powder product fermented with *G. geotrichum* SJM-59 (GFP). Significant differences were not detected among tested samples in figure ($p = 0.813$), and color ($p = 0.398$) categories. Significant differences were observed between the control group and the tested groups in flavor ($p = 0.001$), taste ($p = 0.001$), texture ($p = 0.002$) and overall acceptability ($p = 0.011$) categories. Different letters in a figure denote that significantly different analyzed by ONE-WAY ANOVA and Duncan's multiple range test.

Table 11. Relationship between the concentration of GFP and the sensory characteristics.

	Equation	R ²
Figure	$y = -6E-05x + 1.005$	0.0473
Color	$y = -0.0003x + 0.9983$	0.3941
Flavor	$y = 0.0034x + 1.015$	0.9849
Taste	$y = 0.003x + 1.09$	0.6867
Texture	$y = 0.0021x + 0.975$	0.8729
Overall acceptability	$y = 0.0029x + 1.0667$	0.7758

Table 12. Correlation coefficients between GFP concentration and the sensory characteristics.

Figure	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall
-0.218	-0.628	0.992	0.829	0.934	0.8801



Table 13. *Pearson's* correlation coefficients of sensory characteristics.

	Figure	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall
Figure	1	0.623	-0.109	0.151	-0.116	0.123
Color	0.623	1	-0.579	-0.447	-0.368	-0.469
Flavor	-0.109	-0.579	1	0.885**	0.922**	0.929**
Taste	0.151	-0.447	0.885**	1	0.680**	0.994**
Texture	-0.116	-0.368	0.922**	0.680*	1	0.754*
Overall	0.123	-0.469	0.929**	0.994**	0.754*	1

**; $p = 0.01$, *; $p = 0.05$, Overall; overall acceptability.

제 3 절 GFP 첨가 식빵의 건강기능성

1. 항돌연변이원성 (Antimutagenic effects)

Salmonella typimurium TA98 균주에 aflatoxin을 처리하지 않고 대조구 및 실험구를 첨가하였을 때는 복귀 돌연변이 집락수가 발생하지 않았다 (data not shown). 따라서 대조구와 실험구는 돌연변이를 유발하지 않는 것으로 사료되었다.

배양 접시에 aflatoxin을 넣고 *S. typimurium* TA98 균주를 배양했을 때 나타나는 복귀 돌연변이 집락수를 기준 (Normal)으로 하여 대조구와 실험구의 항돌연변이 효과를 측정하였다 (Fig. 16). 대조구는 normal에 비해 복귀 돌연변이 집락수가 감소하였으나 normal과 유의적인 차이는 없었다. 따라서 대조구는 처리농도에 관계없이 복귀 돌연변이의 발생을 억제하지 못하는 것으로 나타내었다. 반면에 GFP 처리구 (GG-1, GG-2)에서는 복귀 돌연변이 집락의 발생이 normal에 비해 약 10-20% 정도 억제되었다. Fig. 16에서와 같이, 식빵 제조시에 첨가한 GFP 농도가 높을수록, *S. typimurium* TA98에 처리하는 시료의 양이 많을수록 복귀 돌연변이 개체의 발생이 감소되었다. 그러나 GG-1과 GG-2가 지닌 항돌연변이 억제 효과 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이는 GFP가 지닌 강력한 항돌연변이 억제효과에서 기인하는 것으로 사료되었다.

2. 항암활성

살아있는 동물세포에 MTT를 첨가하면 mitochondria 내부의 효소 작용에 의해 환원되어 formazan crystal로 침전된다. 보라색의 crystal을 DMSO에 용해하여 흡광도를 측정함으로써 세포의 성장 또는 사멸 정도를 측정할 수 있다. Fig. 17에서와 같이, 대조구는 위암세포의 성장에 아무런 영향을 미치지 않았다. GG-1 및 GG-2는 위암세포의 성장을 약 10-20% 정도 억제하여, 대조구와는 유의적인 차이를 나타내었다. GFP는 위암세포의 성장을 강력히 억제하였다. 따라서 GG-1 및 GG-2가 지닌 위암세포

성장 억제 효과는 식빵 제조시에 첨가한 GFP에서 유래한 것으로 사료되었다.



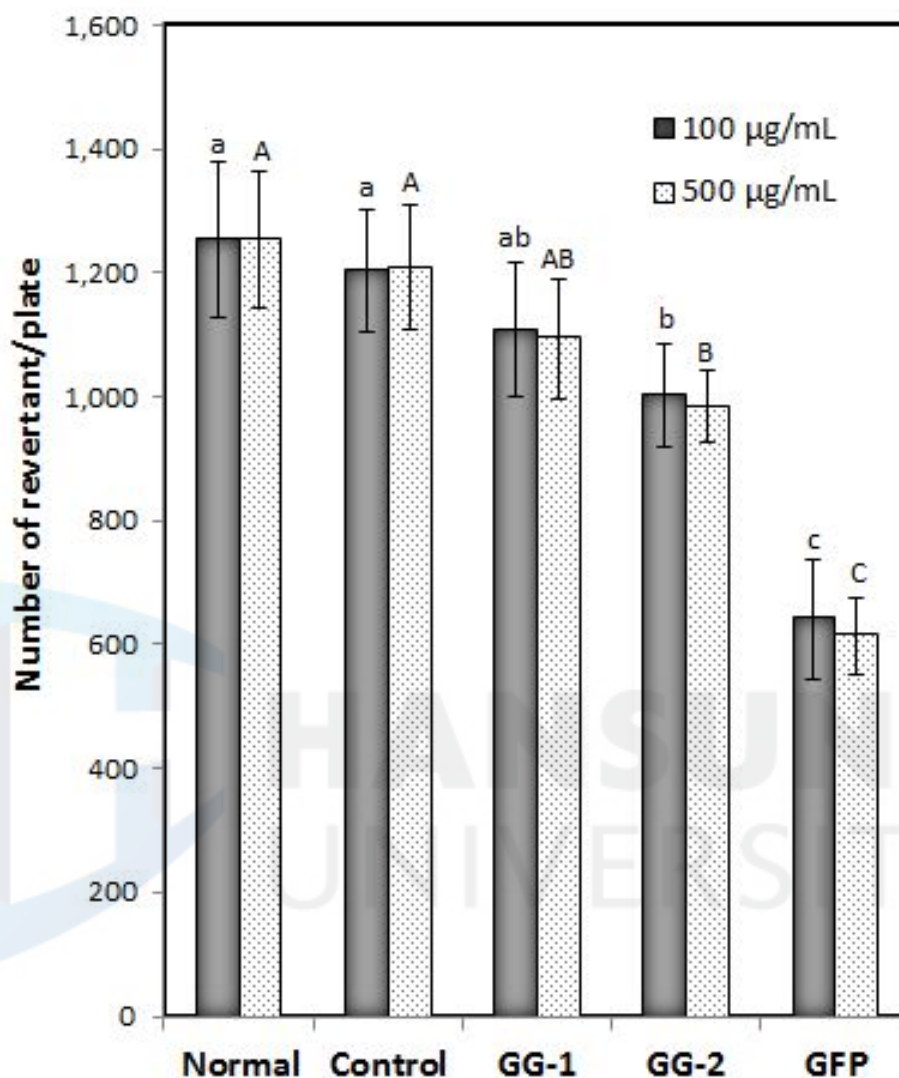


Fig. 16. Reduction of the mutagenicity of aflatoxin B1 for *Salmonella typhimurium* TA98 by the water extracts of white pan bread added with GFP. Same letters in a figure denote values that were not significantly different. Significant differences were determined by ONE-ANOVA and Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

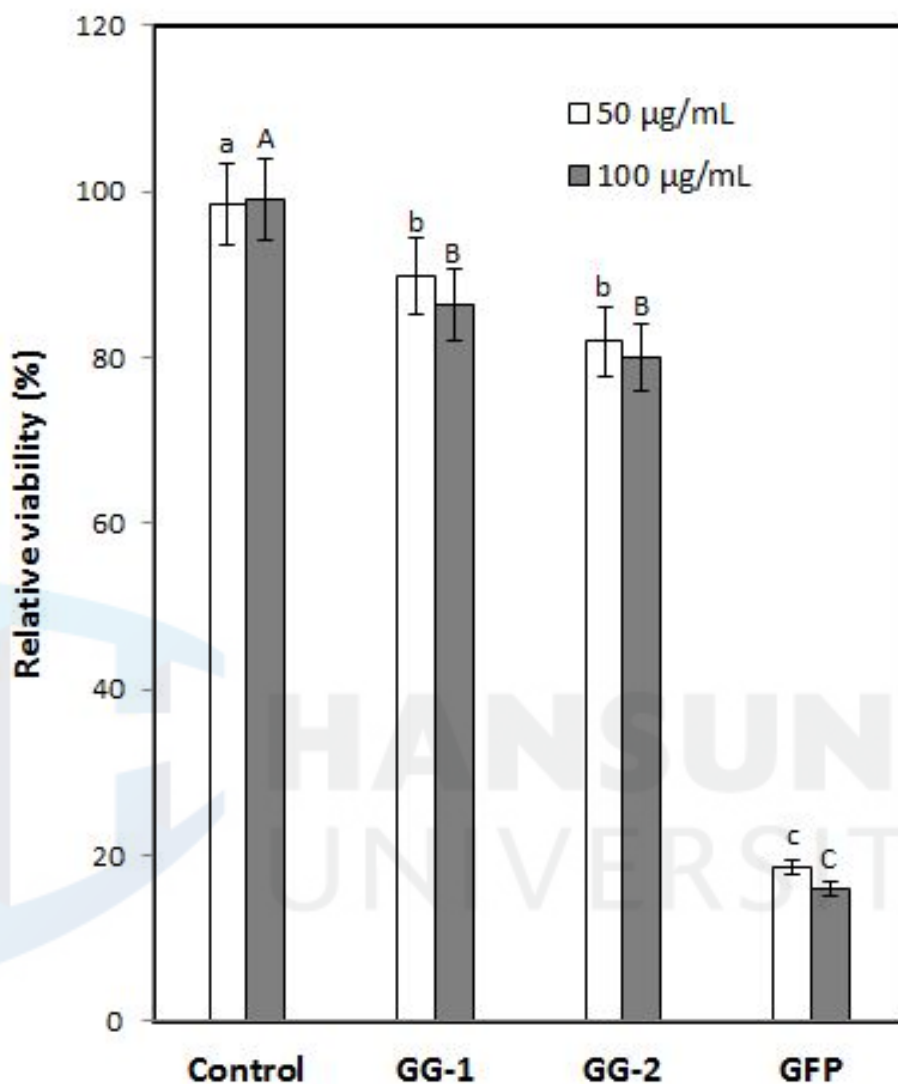


Fig. 17. Relative viability of human gastric cancer cell line, MKN-45 treated with the water extracts of white pan bread added with GFP. Same letters in a figure denote values that were not significantly different. Significant differences were determined by ONE-ANOVA and Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

제 5 장 결 론

본 연구에서는 대두단백발효 분말의 이용성 증가 및 부가가치를 향상시키고, 전통적인 식빵에 건강기능성을 부여하기 위하여 대두단백 분말의 발효를 첨가한 식빵을 제조한 후 물리화학적, 식품학적 품질특성을 분석하여 배합표준을 채택하고 생산자 및 소비자에게 유익한 기초자료 제공과 제과제빵 발전에 기여하고자 하였다.

각 실험 결과는 다음과 같다.

1. *G. geotrichum* SJM-59를 30℃에서 배양하였을 때의 성장곡선은 배양한 지 12시간부터 24시간까지 *G. geotrichum* SJM-59는 logarithmic phase에 진입하여 세포수가 급증하나, 그 이후에는 stationary phase에 도달하여 세포수의 성장은 급속히 완만해졌다. 따라서 배양 24시째에 효모를 회수하고 동결건조한 후 -20℃에 저장하면서 이후의 실험에 사용하였다.

2. *Galactomyces geotrichum* SJM-59의 배양은 *G. geotrichum* SJM-59는 세포 내에 포자를 지니고있다. 효모 세포 내에 존재하는 포자는 효모가 생육하기 적절한 환경이 되면,활성화되면서 효모의 생육을 촉진할 수 있다. 유포자효모인 *G. geotrichum* SJM-59는 제빵 과정 동안 잘 생육할 것으로 사료되었다.

3. 효소활성도 측정 결과는 *G. geotrichum* SJM-59 균주의 산업적 응용가능성을 파악하기 위하여 amylase (alpha-amylase) 와 protease 활성도를 측정한 결과는 발효시간이 경과함에 따라, *G. geotrichum* SJM-59 균주의 개수(생균수)가 증가 하였고, 균주 수의 증가와 함께 amylase와 protease의 활성도도 함께 증가 하였다.

4. 대두단백질 분말의 제조 및 일반성분 분석 결과는 탈지 과정을 거치면서 탈지대두단백질분말의 지방 함량은 원료인 대두분말에 비하여 약 40%로 감소하였고, 당질 함량도 원료인 대두분말에 비하여 약 50% 정도가 감

소하였으나, 회분 함량은 차이를 나타내지 않았다. 따라서 본 연구에서 사용한 바와 같이, 탈지과정을 거친 대두단백질분말을 사용하여 발효제품을 제조할 경우, 지방의 산화에서 기인하는 품질 열화가 예방될 것으로 사료되었다.

5. *G. geotrichum* SJM-59을 이용한 대두단백질의 발효 결과는 전통적인 방법 (발효원: *Aspergillus oryzae*)으로 제조한 된장을 대조구로 사용하였다. GFP의 외관은 전통적으로 제조한 된장보다 채도가 높아 밝은 황색을 나타내었다. GFP를 동결건조하여 수분함량이 $15.5 \pm 1.92\%$ 가 되도록 건조한 후 시료로 사용하였다.

6. 대두단백발효물 (GFP)의 일반성분의 결과는 GFP는 강력분보다 단백질, 지방, 및 회분 함량은 유의적으로 높았으나 환원당 함량은 강력분이 GFP보다 유의적으로 높았다. GFP의 단백질 함량이 높은 것은 탈지한 대두 단백질을 발효하였고, 효모 균체도 GFP 내에 남아 있기 때문으로 사료되었다.

7. 대두단백발효물 (GFP)의 유리아미노산 분석 결과에서는 GFP에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 leucine (24.88%)이었고, glutamic acid (12.76%) > valine (12.44%) > phenylalanine (12.28%) > isoleucine (11.16%) 순으로 검출되었다. Methionine과 histidine의 함량은 가장 낮은 농도로 함유되어 있었다.

8. 식빵 반죽의 pH의 결과는 GFP를 첨가한 식빵 반죽의 pH가 대조구보다 실험구 반죽의 pH가 낮아졌으나 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이는 관측되지 않았다.

9. 식빵 반죽의 밀도의 결과는 식빵 반죽의 밀도는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 GFP를 넣은 식빵의 식품학적 품질은 *S. cerevisiae*로 발효한 대조구와 다르지 않을 것으로 사료되었

다.

10. 식빵 반죽의 발효팽창력을 측정한 결과는 GFP 첨가 농도와 식빵 반죽의 발효팽창력 사이에는 약한 정의 상관관계가 있음을 알 수 있었으나, 유의적이지는 않았다.

식빵 제조시에 사용되는 밀가루의 일정량을 GFP로 대체할 경우, 총 단백질 함량이 증가하면서 반죽의 발효팽창력이 증가한 것으로 사료되었다.

11. 식빵의 반죽 수율 및 굽기손실율의 결과는 GFP 첨가에 의해 굽기손실율이 대조구에 비하여 약간 증가하였으나, 유의적인 변화는 관측되지 않았다.

12. 식빵의 pH(대조구와 GFP를 첨가한 실험구의 pH를 측정)의 결과는 *G. geotrichum* SJM-59는 발효하는 동안 다량의 유기산을 생성하는 효모이다. 식빵을 발효하는 과정동안, 효모인 *G. geotrichum* SJM-59가 같이 발효되면서 생성되는 유기산에 의해 식빵의 pH가 낮아진 것으로 사료되었다.

13. 식빵의 비용적 결과는 GFP 처리구의 비용적은 대조구보다 유의적으로 높았다. 즉, GFP 처리구의 부피가 대조구보다 유의적으로 증가하였다. 이는 GFP 내에 함유된 *G. geotrichum* SJM-59가 *S. cerevisiae*와는 별개로 발효되면서 분비하는 이산화탄소에 의해 식빵의 부피가 대조구보다 유의적으로 증가한 것으로 사료되었다.

식빵 제조시에 첨가하는 GFP의 농도와 식빵 비용적 간의 상관관계를 산출한 결과는 GFP의 첨가량이 증가할수록 식빵의 비용적이 증가하는 정(positive)의 상관관계를 나타내었으나 유의적이지는 않았다.

14. 식빵의 색도의 결과는 식빵의 제조 시에 사용한 당의 종류와 양, 반죽

의 pH 및 발효 온도는 대조구와 실험구 사이에 유의적인 차이가 없었다. GFP 자체는 밝은 황색을 나타내는 분말이었다. 따라서 식빵에 첨가되는 GFP의 양이 증가할수록 식빵 내부의 색도가 황색을 나타내는 것으로 사료되었다.

15. 식빵의 물성의 결과는 대조구보다 GFP를 첨가하여 제조한 실험구의 경도 (hardness)와 응집성 (cohesiveness)이 감소하였으나 유의적인 차이는 관측되지 않았다. 연구에서는 GFP를 첨가한 실험구의 경도, 응집성, 및 탄력성이 대조구보다 모두 낮았다. 따라서 실험구의 겉성 및 씹힘성도 대조구보다 낮았다.

16. 관능검사 결과는 flavor, taste, texture의 관능특성이 우수한 시료는 overall acceptability도 함께 우수한 것으로 나타났다. GFP 첨가 농도와 높을수록 식빵의 flavor, taste, texture에 대한 관능특성 값이 높았다. 따라서 식빵 제조시에 GFP 첨가량을 증가시킬수록 전체적인 수용도(overall acceptability)도 높아질 것으로 사료되었다.

17. 항돌연변이원성 (Antimutagenic effects)의 결과에서는 GFP 처리구 (GG-1, GG-2)에서는 복귀 돌연변이 집락의 발생이 normal에 비해 약 10-20% 정도 억제되었다.

식빵 제조시에 첨가한 GFP 농도가 높을수록, *S. typhimurium* TA98에 처리하는 시료의 양이 많을수록 복귀 돌연변이 개체의 발생이 감소되었다. 그러나 GG-1과 GG-2가 지닌 항돌연변이 억제 효과 사이에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 이는 GFP가 지닌 강력한 항돌연변이 억제효과에서 기인하는 것으로 사료되었다.

18. 항암활성의 결과에서는 대조구는 위암세포의 성장에 아무런 영향을 미

치지 않았다. GG-1 및 GG-2는 위암세포의 성장을 약 10-20% 정도 억제하여, 대조구와는 유의적인 차이를 나타내었다. GFP는 위암세포의 성장을 강력히 억제하였다. 따라서 GG-1 및 GG-2가 지닌 위암세포 성장 억제 효과는 식빵 제조시에 첨가한 GFP에서 유래한 것으로 사료되었다.

이상에서 살펴본 바 GFP의 첨가량이 증가할수록 균주 수의 증가와 함께 amylase와 protease의 활성도, 단백질, 지방, 및 회분, 반죽의 발효팽창력, 비용적, 식빵의 향기, 맛, 조직감, 및 전체적인 수용도에 대한 선호도 증가하였고, 환원당 함량, 반죽의 pH, 명도값 (lightness), 실험구의 경도 (hardness)와 응집성 (cohesiveness), 탄력성(springness), 검성 (gumminess)과 씹힘성 (chewiness), 색 (color)의 관능적인 선호도, hardness, springiness, chewiness, gumminess, 및 cohesiveness는 감소하여 부드러운 식빵을 제조할 수 있을것으로 사료되며, 항돌연변이 억제, 위암세포의 성장 억제, 항암활성 및 면역강화 작용 등의 건강기능성이 향상될것으로 사료된다.

이를 바탕으로 대두단백발효 분말을 첨가한 식빵의 레시피를 이용하여 돌연변이 및 암 등 발생될 수 있는 각종질병을 예방하고 현대인의 기호에 맞는 기능성 식빵으로서의 이용기능성을 확인하였다.

마케팅 및 홍보와 더불어 대두단백발효 분말을 첨가한 식빵의 소비가 확대되기를 바라며, 이를 기초 자료로 빵, 과자 및 가공식품의 산업에서 상업적 생산에 응용이 가능할 것으로 기대된다. 대두단백발효분말을 10% 첨가한 실험결과가 우수한 평가를 받았지만 그 이상의 첨가량에 따른 항돌연변이원성 및 항암활성에 대한 실험연구가 필요할 것이다.

【참고문헌】

1. 국내문헌

김남주, 지근억, 「프로바이오틱스의 임상적 효과와 작용 기작」, 『소아알레르기 및 호흡기학회지』 15, 대한소아알레르기호흡기학회, 2005, pp.327-343.

김문숙, 김인원, 오진아, 신동화, 「고추장 메주와 고추 품종별 고추장의 발효 특성 비교」, 『한국식품과학회지』 30, 한국식품과학회, 1998, pp.924-933.

김미정, 이혜수, 「채래식, 개량식 된장과 시판된장의 유리아미노산 핵산과 그 관련 물질 함량」, 『한국식품영양과학회지』 17, 한국식품영양과학회, 1988, pp.69-72.

김선재, 마승진, 김학렬, 「젓갈로부터 분리된 젓산균 및 효모의 프로바이오틱특성」, 『한국식품저장유통학회지』 12, 한국식품저장유통학회, 2005, pp.184-188.

김소영, Hong. Kim, Chae, Hee. Jeong., 「Selection of probiotic yeasts from soil, characterization and application for feed additives」, 『식물생장과환경, 농화학회지』 47, 한국응용생명화학회, 2004, pp.20-26.

김수호, 이형주, 「치즈 및 된장 에서의 쓴 맛 펩타이드 특성」, 『한국식품과학회지』 17, 한국식품과학회, 1985, pp.276-282.

김재황, 「생균제, Illite 및 활성탄의 첨가가 돈육의 이화학적 특성에 미치는 영향」, 『경상대학교 농업생명과학연구』 39, 경상대학교 농업생명과학연구원, 2005, pp.61-69.

김성곤, 최홍식, 권태완, Marston, P.E. 「밀-쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵 시험」, 『한국식품과학회지』 10, 한국식품과학회, 1978,

pp.247-251.

김진수, 허민수, 「양식산 굴 첨가가 된장의 품질에 미치는 영향」 『한국응용생명화학회지』 47, 한국응용생명화학회, 2004, pp.208-215.

김충재, 윤숙경, 김홍익, 박용하, Oh, Hee-Mock., 「Effect of *Spirulina platensis* and Probiotics as Feed Additives on Growth of Shrimp *Fenneropenaeus chinensis*」, 『한국미생물·생명공학회지』 16, 한국미생물·생명공학회, 2006, pp.1248-1254.

모은경, 강호진, Lee, Chang-Tian., Xu, Bao-Jun., 김재훈, Wang, Qi-Jun., 김재천, 성창근, 「Identification of Phenylethyl Alcohol and Other Volatile Flavor Compounds from Yeasts, *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59」, 『한국미생물·생명공학회지』 13, 한국미생물·생명공학회, 2003, pp.800-808.

_____, 이미라, 이선영, 김재천, 성창근, 「Surface characteristics and adhesive properties of *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 for preparation of probiotics」, 『한국식품과학회지』 14, 한국조리과학회, 2005, pp.493-497.

문영건, 이경준, 김기영, 송춘복, 전유진, 허문수, 「Probiotics를 이용하여 발효시킨 감귤 가공부산물 발효물의 특성」, 『한국미생물·생명공학회지』 34(2), 한국미생물·생명공학회, 2006, pp.158-165.

박석규, 서권일, 최성희, 문주석, 이영환, 「시판 전통식 된장의 품질평가」, 『한국식품영양과학회지』 29, 한국식품영양과학회, 2000, pp.211-217.

_____, 서권일, 손미예, 문주석, 이영환, 「가정에서 제조된 전통된 장의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』 16, 한국식품조리과학회 2000a, .121-127.

박양원, 「대두 단백질의 특성과 그 이용」, 『한국식품영양과학회지』 22, 한국식품영양과학회, 1993, pp.643-649.

박자령, 배진우, 이성근, 남영도, 오종원, 박용하, 「신생아 장내 미생물의

- 형성과 이의 분석을 위한 분자 생태학적 기술」, 『한국산업미생물학회지』 33, 한국산업미생물학회, 2005, pp.159-168.
- 박정숙, 이명렬, 김정수, 이택수, 「미생물 급원을 달리한 숙성 된장의 질소 성분과 아미노산 조성」, 『한국식품과학회지』 26, 한국식품과학회, 1994, pp.609-615.
- 박재홍, 박홍석, 허삼남, 이세나, 류경선, 「혼합생균제의 수준별 급여가 돼지의 성장과 돈육의 품질에 미치는 영향」, 『농업생명과학연구』 36, 전북대학교 농업과학기술연구소, 2005, pp.103-116.
- 손영구, 황종진, 김선림, 유용환, 신두철, 유진영, 「콩 품종별 전통된장 가공 적성 연구」, 『한국콩연구회지』 14, 한국콩연구회, 1997, pp.27-36.
- 신길만, 김동영, 「당귀 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』 15, 한국식품저장유통학회, 2008, pp.497-504.
- 신정혜, 최덕주, 권오천, 「유자즙 첨가 된장의 품질 특성」, 『한국식품조리과학회지』 24, 한국식품조리과학회, 2008, pp.198-205.
- 양성호, 최명락, 김종규, 정영건, 「한국 재래식 된장 맛의 특징」, 『한국식품영양과학회지』 21, 한국식품영양과학회, 1992, pp.443-448.
- 양철주, Uuganbayar, D., 신영환, 박일철, 정일병, 조영무, 김원호, 남병섭, 「남은 음식물 사료와 생균제 첨가에 따른 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향」, 『유기물자원화』 11, 유기성자원학회, 2003, pp.113-121.
- 유숙진, 조진국, 하철규, 김창현, 허강철, 「Kefir에서 분리한 *Candida kefyr*의 생균제를 위한 특성」, 『한국동물자원과학회지』 48, 한국동물자원과학회, 2006, pp.307-314.
- 이보현, 유현주, 박명수, 권빈, Ji, Geun-Eog., 「Transformation of the Glycosides from Food Materials by Probiotics and Food Microorganisms」, 『한국미생물·생명공학회지』 16, 한국미생물·생명공학회, 2006, pp.497-504.
- 이수영, 「알레르기 질환의 예방과 치료에 있어서 probiotics의 역할」, 『소아알레르기 및 호흡기』 14, 대한소아알레르기호흡기학회, 2004,

pp.127-129.

이숙희, 최홍식, 김창식, 「된장 발효중 콩 **Koji** 제조과정 에 있어서 지질 성분 의 변화 에 관한 연구」, 『한국식품과학회지』 14, 한국식품과학회, 1982, pp.375-381.

이종열, 이시경, 조남지, 박원중, 「천연제빵 발효 starter의 개발」, 『한국식품영양과학회지』 32, 한국식품영양과학회, 2003, pp.1245-1252.

이창호, 이주백, 장상문, 「표고버섯 첨가에 따른 재래식 된장 발효 과정중의 미생물, 효소 활성 및 기능성의 변화」, *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 43, 한국응용생명화학학회 2000, pp.277-284.

임준희, 김덕한, 구자경, 강윤성, 김미연, 김형옥, 정명준, 박영민, 「Therapeutic effects of probiotics in patients with atopicdermatitis」, 『한국미생물·생명공학회지』 16, 한국미생물·생명공학회, 2006, pp.1699-1705.

진상근, 김일석, 송영민, 박기훈, 하지희, 강석모, 김인진, 김정화, 박용수, 이창범, 「돈육의 품질 특성에 미치는 생균제 급여 효과」, 『한국국제농업개발학회지』 18, 한국국제농업개발학회, 2006, pp.105-111.

_____, 김일석, 송영민, 하지희, 박기훈, 이정일, 이제룡, 이창우, 「생균제 급여가 돈육의 품질 특성에 미치는 영향」, 『한국축산식품학회지』 26, 한국축산식품학회, 2006a, pp.49-57.

진효상, 「순물 (두부폐액)을 이용한 probiotics의 생산」, 『환경생물학회지』 12, 한국환경생물학회, 1994, pp.59-64.

최선영, 성낙주, 김행자, 「표고버섯을 첨가한 전통관장의 이화학적 특성」, 『한국식품조리과학회지』 22, 한국식품조리과학회, 2006, pp.69-79.

하경희, 이창우, 진상근, 김일석, 송영민, 허선진, 김희윤, 류현지, 하지희, 「생균제의 급여가 돈육의 이화학적 성상 및 관능에 미치는 영향」, 『한국동물자원과학회지』 25, 한국동물자원과학회, 2005, pp.295-303.

2. 국외문헌

AACC. Approved methods of the AACC. MN, USA, *The American Association of Cereal Chemists*, Approved methods of the AACC, MN, USA, 2000.

Agawane, S. B., and P. S. Lonkar, "Effect of probiotic containing *Saccharomyces boulardii* on experimental ochratoxicosis," in *broilers: hematobiochemical studies Journal, Vet, Sci, Vol. 5*, 2004, pp.359-367.

Bengmark, S., "Use of prebiotics, probiotics and synbiotics in clinical immunonutrition," *Nutraceut. Food* 7, 2002, pp.332-345.

Bezkorovanyl, A., and R. Miller-Catchpole, "*Ecology of bifidobacteria* editors, Biochemistry and physiology of bifidobacteria. Florida : CRC press," 1989, pp.29-72.

Burkhardt, O., T. Kohnlein., M. Pletz, and T. Welte, "Saccharomyces boulardii induced sepsis: successful therapy with voriconazole after treatment failure with fluconazole." *Scand. Journal. Infect. Dis Vol. 37*, 2005, pp.69-72.

Daigle, P., P. G  linas, D. Leblanc, and A. Morin, "Production of arom a compounds by Geotrichum candidum on waste bread crumb." *Food Microbiol Vol. 16*, 1999, 517-522.

De Hoog, G. S., "Risk assessment of fungi reported from humans and animals." *Mycoses Vol. 39*, 1996, pp.407-417.

Doerry, W., "Sourdoughs and breads." In *Technical Bulletin. American Institute of Baking Vol. 20*. Chapter 7. 1998.

EFSA, "Scientific opinion of the panel on biological hazards on the maintenance of the list of QPS microorganisms intentionally

- added to food or feed” *EFSA Journal* Vol. 99, 2009, pp.7-93.
- European Food Safety Authority (EFSA), “EFSA scientific colloquium summary report (QPS; Qualified Presumption of Safety of microorganisms in food and feed): EFSA scientific colloquium”, *December 13-14, EFSA, Brussels, Belgium*, 2004 p. 95-96.
- Fuller, “Probiotics in man and animals”, *J. Appl. Bacteriol.* 66, 1989, pp.365-378.
- Horwitz, W., *Official Methods of Analysis of AOAC Intl*, 18th ed, Association of Official Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA, 2005.
- Jayaprakasha, H. M., Y. C. Yoon, and H. D. Paik, “Probiotic functional dairy foods and health claims: an overview.” *Food Sci. Biotechnol. Vol* 14, 2005, pp.523-528.
- Joint FAO/WHO Expert Consultation, “Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria.”, *Joint FAO/WHO Expert Consultation on*, 2001, pp.1-32.
- Leuschner, R. G. K., T. P. Robinson, M. Hugas, P. S. Cocconcelli, F. Richard-Forget, G. Klein, T. R. Licht, C. Nguyen-The, A. Querol, M. Richardson, J. E. Suarez, U. Thrane, J. M. Vlak, and A. von Wright, “Qualified presumption of safety (QPS): A generic risk assessment approach for biological agents notified to the European Food Safety Authority (EFSA).” *Trends Food Sci. Technol. Vol* 21, 2010, pp.425-435.
- Mackay, A. D., M. B. Taylor., C. C. Kibbler., and J. M. Hamilton-Miller, “Lactobacillus endocarditis caused by a probiotic organism (rhamnosus) Clin.” *Microbiol. Infect. Vol* 5, 1999, pp.290-292.

- Maron, D. M., B. N. Ames, "Revised methods for the Salmonella mutagenicity test." *Mutat. Res. Vol* 113, 1983, pp.173-178.
- Miller, G. L., "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar." *Anal. Chem. Vol* 31, 1959, pp.426-431.
- Munoz, P., E. Bouza, M. Cuenca-Estrella, H. M. Eiros, M. J. .Perez, and M. Sanchez-Somolinos, "Saccharomyces cerevisiae fungemia: an emerging infectious disease." *Clinical Infections and Disease. Vol* 40, 2005, pp.1625-1634.
- Natural Health Products Directorate, *Evidence for safety and efficacy of finished natural health products*, 2003.
- Notario, R., N. Leardini, N. Borda, T. Gambande, and H. Cerutti, "Hepatic abscess and bacteremia due to *Lactobacillus rhamnosus*." *Rev. Argentina Microbiol. Vol* 35, 2003, pp.100-101.
- Otte, J. M., E. Cario, and D. K. Podolsky, "Mechanism of cross hyporesponsiveness to toll-like receptor bacterial ligands in intestinal epithelial cells." *Gastroenterol. Vol* 126, 2004, pp.1054-1070.
- Presterl, E., W. Kneifel, H. K. Mayer, M. Zehetgruber, A. Makristathis., and W. Graninger, "Endocarditis by *Lactobacillus rhamnosus* due to yogurt ingestion?" *Scandinavian Journal. Infect. Dis. Vol* 33, 2001, pp.710-714.
- Pyler, E. J., *Physical and chemical test method. Baking science and technology*, 2nd ed., Sosland Publication Company, Kansas, USA, 1979, pp.891-895.
- Rautio, M., H. Jousimies-Somer, H. Kauma, I. Pietarinen, M. Saxelin, and S. Tynkkynen, "Liver abscess due to a *Lactobacillus*

rhamnosus strain indistinguishable from *L. rhamnosus* strain GG." *Clin. Infect. Dis.* Vol 28, 1999, pp.1159-1160.

Report of Joint FAO/WHO Working Group on, *Drafting guide lines for the evaluation of probiotics in food*, 2002.

Roels, S. P., G. Cleemput, and X. Vandewalle, "Bread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels." *Cereal Chem.* Vol 70, 1993, pp.318-323.

Sugihara, T. F., L. Kline, and M. W. Miller, "Microorganism of San Francisco sour dough bread process." *Appl. Microbiol.* Vol 21, 1971, pp.459-465.

_____, T. F., "Non-traditional fermentations in the production of baked foods." *Baker's Digest.* Vol 51, 1977, pp.76-80.

Sudo, N., S. Sawamura, K. Tanaka, Y. Aiba, C. Kubo, and Y. Koga, "The requirement of intestinal bacterial flora for the development of an IgE production system fully susceptible to oral tolerance induction". *J. Immunol.* Vol 159. 1997, pp.1739-1745.

Tanaka, K., and H. Ishikawa, "Role of intestinal bacterial flora in oral tolerance induction." *Histologic. Histopathol.* Vol 19, 2004, pp.907-914.

Westall, S., and O. Filtenborg, "Yeast occurrence in Danish feta cheese." *Food Microbiol.* 15, 1998, pp. 215-222.

Wyder, M. T., H. P. Bachmann, and Z. Puhon, "Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in foil wrapped Raclette cheese." *LWT-Food Sci. Technol.*, Vol 32, 1999, pp.333-343.

ABSTRACT

Baking Properties and Physiological Characteristics of White Pan Bread treated with Fermented Soybean Protein Powder.

Kim, Hyun Seok

Major in Food Service Management

Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant
Management

Graduate School of Business Administration
Hansung University

In this study, white pan bread added with fermentation of fermented soybean protein powder was prepared and the following experiment was conducted in order to increase the use of soy protein fermentation powder, improve its added-value, and grant health functionality to traditional white pan bread.

Protein, fat, ash, fermentation power of dough expansion, and specific volume were increased by adding fermented soybean protein powder and the results of chromaticity showed no significant differences between the control group and the experimental group in kind and amount of sugar, PH of dough, and fermentation temperature used upon preparing white pan bread.

As the results of measurement of enzyme activity, the number of *G. geotrichum* SJM-59 strain (viable cell count) was increased as fermentation time passed and the activity of amylase and protease were also increased with the increase of the number of strain.

As the results of sensory evaluation, the figure of bread did not show sensory differences between the control group and the experimental group. As GFP added amount was higher, sensory preferences were reduced in the color of bread but there were no significant differences between samples.

Significant differences were observed between the control group and the experimental group in flavor, taste, texture, and overall acceptability items of bread. That is, preferences for flavor, taste, texture, and overall acceptability of bread were significantly higher in the experimental group than the control group, and the preferences were increased as GFP added amount increased.

It is considered that soft bread will be prepared by reducing sugar content, pH of dough, lightness, hardness of the experimental group, cohesiveness, elasticity, gumminess, and chewiness and it is also considered that health functionality will be enhanced such as antimutagenic activity, growth inhibition of gastric cancer cells, anticancer activity, and immunopotentiality.

【Key words】 Fermented soybean protein powder, White pan bread, Enzyme activity, Antimutagenic effects, Anticancer activity, *S. cerevisiae*, *G. geotrichum* SJM-59.