

석사학위논문

Galactomyces geotrichum SJM-59를
발효균주로 이용한 식빵의 식품학적
품질 특성

2014년

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

박 병 구

석사학위논문
지도교수 이명호

Galactomyces geotrichum SJM-59를
발효균주로 이용한 식빵의 식품학적
품질 특성

Baking Properties of White Pan Bread using *Galactomyces*
geotrichum SJM-59 as a Starter

2013년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

박 병 구

석사학위논문
지도교수 이명호

Galactomyces geotrichum SJM-59를
발효균주로 이용한 식빵의 식품학적
품질 특성

Baking Properties of White Pan Bread using *Galactomyces*
geotrichum SJM-59 as a Starter

위 논문을 경영학 석사학위 논문으로 제출함

2013년 12월 일

한성대학교 경영대학원

호텔관광외식경영학과

외식경영전공

박 병 구

박병구의 경영학 석사학위논문을 인준함

2013년 12월 일

심사위원장 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

심사위원 _____ (인)

국 문 초 록

Galactomyces geotrichum SJM-59를 발효균주로 이용한 식빵의 식품학적 품질특성

한성대학교 경영대학원
호텔관광외식경영학과
외식경영전공
박 병 구

현대인들의 수많은 기호식품 중 식빵은 주식 및 부식으로서 활용가치가 매우 높은 제빵류이다. 본 연구에서는 이러한 식빵에 건강기능성을 부여하기 위하여 *Galactomyces geotrichum* SJM-59를 발효균주로 이용하여 식빵을 제조하였고, 그 품질특성을 연구하였다.

반죽의 pH는 *Saccharomyces cerevisiae*를 발효원으로 사용한 식빵 반죽의 pH 보다 유의적으로 낮게 나타났으나, 반죽의 밀도, 발효 팽창력, 수율 및 굽기 손실율에서는 두 실험구와 대조구 사이에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

식빵의 pH 또한 반죽의 pH와 마찬가지로 *G. geotrichum* SJM-59를 발효원으로 사용한 실험구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였다. 이는 *G. geotrichum* SJM-59 균주가 발효되는 동안 많은 유기산을 생산하기 때문으로 보인다. 식빵의 비용적, 색도에서는 두 실험구와 대조구 사이에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

물성에서 hardness, gumminess, cohesiveness는 *S. cerevisiae*로 발효한 식빵과 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵 사이에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 반면에 springness는 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵이 약간 높았고, chewiness도 *G. geotrichum* SJM-59 처리구가 대조구보다 약간 높았다.

관능검사결과 외관, 질감, 맛, 색에서는 두 실험구와 대조구 사이에 유의적 차이가 없었으나, 향기에서는 분명한 유의적 차이가 나타났다. 이는 유기산 발효가 풍부한 *G. geotrichum* SJM-59 이 원인으로 보인다.

식빵의 저장 기간 중 수분 함량 변화와 경도변화는 두 실험구와 대조구 사이에 유의적 차이가 나타나지 않았다.

위와 같은 *G. geotrichum* SJM-59 효모를 이용한 식빵의 품질 특성에 관한 실험 연구 결과가 식빵의 건강 발효 기능성 향상에 도움이 되리라 사료된다.

【주요어】 *Galactomyces geotrichum* SJM-59, *Saccharomyces cerevisiae*, pH, 밀도, 발효 팽창력, 수율, 굽기 손실율, 비용적, 색도, 물성, 관능검사, 수분 함량 변화, 경도 변화

목 차

제 1 장 서론	1
제 2 장 이론적 배경	5
제 1 절 발효	5
1. 발효미생물(microorganism)	5
제 2 절 제빵 발효	7
1. 이스트(yeast)	7
2. 젖산균(유산균, lactic acid bacteria)-Probiotics	8
제 3 절 <i>Galactomyces geotrichum</i>	9
1. Qps	9
2. <i>Galactomyces geotrichum</i>	10
제 4 절 식빵	11
1. 빵의 기원	11
2. 식빵의 분류	13
3. 기능성 재료를 이용한 식빵의 선행연구	13
제 5 절 물성분석(Texture profile analysis, TPA)	15
제 3 장 실험재료 및 방법	17
제 1 절 실험재료 및 제조 방법	17
1. 실험 재료	17
2. 효모의 배양 및 건조 효모의 제조	17
3. 식빵의 제조	17
제 2 절 실험 방법	18
1. 반죽의 pH	18

2. 반죽의 밀도	18
3. 반죽의 발효 팽창력	19
4. 반죽의 수율 및 굽기손실율	19
5. 식빵의 비용적	19
6. 식빵의 색도	20
7. <i>G. geotrichum</i> SJM-59로 발효한 식빵의 물성	20
8. 관능검사	21
9. 통계분석	21
제 4 장 실험결과 및 고찰	20
제 1 절 실험재료의 제조 및 식빵 반죽의 물리적 특성	22
1. 동결건조 효모	22
2. 반죽의 pH	24
3. 반죽의 밀도	25
4. 반죽의 발효 팽창력	26
5. 반죽의 수율 및 굽기손실율	27
제 2 절 식빵의 품질 특성	28
1. 식빵의 pH	28
2. 식빵의 비용적	29
3. 식빵의 색도	30
4. <i>G. geotrichum</i> SJM-59로 발효한 식빵의 물성	32
5. 관능검사	34
6. 저장 기간 중 식빵의 수분 함량 변화	35
7. 저장 기간 중 식빵의 경도 변화	36
제 5 장 결 론	37
【참고문헌】	39

ABSTRACT 48

【 표 목 차 】

[Table 1] Composition of ingredients for white pan bread making	18
[Table 2] Operating condition for texture profile analysis	20
[Table 3] The growth curves of <i>Galactomyces geotrichum</i> SJM-59	23
[Table 4] pH of white pan bread dough fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59	24
[Table 5] Density of white pan bread dough fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59.	25
[Table 6] Dough expansion rate (%) of white pan bread dough fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59	26
[Table 7] Density of white pan bread dough fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59.	27
[Table 8] pH of white pan bread fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59.	28
[Table 9] Specific volume (mL/g) of white pan bread fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59.	29
[Table10] Lightness (<i>L</i> value) of white pan bread fermented by <i>G. geotrichum</i> SJM-59.	30
[Table11] Redness (<i>a</i> value) of white pan bread fermented by <i>G.</i> <i>geotrichum</i> SJM-59.	31
[Table12] Yellowness (<i>b</i> value) of white pan bread fermented by <i>G.</i> <i>geotrichum</i> SJM-59.	31
[Table13] Texture characteristics of white pan bread fermented by <i>G.</i> <i>geotrichum</i> SJM-59.	33
[Table14] Directional difference test of white pan breads fermented by <i>G.</i> <i>geotrichum</i> SJM-59 and <i>Saccharomyces cereviseia</i>	34
[Table15] Moisture content (%) of white pan bread fermented by <i>G.</i> <i>geotrichum</i> SJM-59 during storage at 30°C	35

[Table16] Hardness (g/cm²) of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59 during storage at 30°C 36

【 그림 목 차 】

〈Fig. 1〉 Egypt Bread	12
〈Fig. 2〉 Ancient Round Bread	12
〈Fig. 3〉 Typical curve of texture profile analysis.	16
〈Fig. 4〉 Ascospores of <i>Pichia anomala</i> SKM-T on Kleyn media for 3 day at 25°C	22

제 1 장 서 론

사람의 장에는 많은 종류의 장내 미생물이 살고 있으며, 이들의 총량은 성인의 경우, 약 1kg 정도을 차지하고 있다. 인체의 장내에는 음식물의 양과 미생물의 양이 반반씩 존재하고 매일 배설하는 분변 내용물도 수분을 제외하면 약 40%가 세균이다. 이들은 소화 과정의 유지에 중요한 역할을 하고 있으며 장의 운동을 돕기도 하고 병원성균의 서식으로부터 장을 보호하는 역할도 한다.¹⁾

"Probiotics"란 생균제라는 말로 번역되는데 "for life"란 뜻을 지니고 있으며 antibiotics의 "against life"와는 반대의 의미를 지니고 있다. 최초로 "probiotics"란 용어를 사용한 사람은 Parker로 "Probiotics는 장내 미생물 균형에 도움을 주는 미생물이나 물질"들을 의미한다. 그 후에 probiotics란 용어는 널리 사용되어 왔는데 일반적으로 생균, 사균 및 해당 미생물의 발효부산물을 일컫는다.²⁾

생균제로 사용되는 대표적인 세균 중 lactic acid producing bacteria는 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecium*, 포자를 형성하는 간균인 *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans* 등이 있다.³⁾ 생균제로 이용되는 진균으로는 *Aspergillus oryzae* 가 있다. *A. oryzae*는 국균 중에서 가장 대표적인 균으로 녹말 당화력이 강하므로 간장, 된장, 청주, 탁주, 약주 제조에 사용하는 유용한 균이다.⁴⁾ 진균류의 일종인 효모 중 대표적인 효모로 *Saccharomyces cerevisiae*는 청주효모, 포도주효모, 맥주효모, 빵효모가 알려졌고, 간장 양조에 관여하는 *Zygosaccharomyces rouxii*가 있다. 또한 탄화수소나 메탄을 생

-
- 1) N. J. Kim, & G. E. Ji, (2005). "Action mechanism and clinical effects". *Pediatrallergy Respir Dis (Korea)*, 15, pp.327-343.
 - 2) R. B. Parker, (1974). "Probiotics, the other half of the antibiotic story". *Annual Nutr Health*, 29, pp.4-8.
 - 3) 김청규. (2012). 「Galactomyces geotrichum SJM-59를 발효원으로 사용한 신규 기능성 대두단백가공품 개발」, 충남대학교 대학원, p.16.
 - 4) 남주현, 하상철, 김재근. (2003). 『식품미생물학』, 도서출판 신정, p.38.

산에 관여하는 *Candida utilis*가 있다.⁵⁾ 이러한 생균제는 Fuller에 의해 혈중 콜레스테롤 수준의 감소, 항암작용, 면역증강작용, 정상적인 장관 및 비노생식기의 미생물 균총유지, 비노생식기의 미생물 오염방지, 간경변의 부작용 방지 등의 효과가 있는 것으로 밝혀졌다.⁶⁾

생균제 중 젖산균(유산균)은 포유류의 장내에 서식하며 잡균에 의한 이상 발효를 방지하고 장내 환경을 개선하여 음식물의 소화와 흡수를 돕고 대장의 기능을 증진시키는 유익균 으로서의 역할을 한다. 메치니코프에 의하여 발효유의 젖산균들이 정장 작용을 한다는 것이 소개된 이후로 발효유산균이 지속적으로 성장하여 현재 우리나라에서 연 1조원의 시장을 형성하고 있다.⁷⁾ 하지만, 균의 종류에 따라 정장 능력에는 차이가 있기 때문에 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.

빵의 제조는 B.C. 7000~8000년 경 부터 제조되기 시작하였으며 B.C.3550년경의 빵 화석을 살펴보면 빵을 천연 sour dough를 이용하여 발효시킨 후 오븐에서 구운 것으로 추정된다.⁸⁾ 그 당시 Sour dough는 곡류를 거칠게 갈아 물을 첨가한 죽 상태로 만든 것으로 이 곡류 혼합물에 존재하고 있던 야생효모와 함께 젖산균의 발효를 통하여 부풀은 것으로 예측된다. Sour dough는 1868년 상업용 효모가 출현하기 전까지 빵의 발효 방법의 하나로 사용되어 왔으며 빵 제조의 starter(빵종균) 의미로 이용되고 있다.⁹⁾

이스트(yeast)란 곰팡이류에 속하지만 균사가 없고 광합성 작용과 운동성이

5) 한영숙, 박인숙, 범봉수, 강명화, 윤진아, 박훈, 박한나, 권기한. (2012). 『Fermented Food : 발효식품』. 파워북. p.17.

6) R. Fuller, (1989). "Probiotics in man and animals", *J. Appl. Bacteriol.* p.66.

7) N. J. Kim, & G. E. Ji, (2005). op.cit., pp.327-343.

8) W. Doerry, (1998). "Sourdoughs and breads". *In Technical Bulletin. American Institute of Baking.* Vol XX, Ch 7, pp.1-3.

9) 이종열, 이시경, 조남지, 박원종. (2003). 「천연제빵 발효 Starter의 개발」. 『한국식품영양과학회지』, 32, pp.1245-1252.

없는 단세포 생물로서 알코올 발효하며 대부분 출아(budding) 번식하는 미생물군이라 할수 있다.¹⁰⁾ 이스트라는 명칭은 알콜 발효 때 생기는 거품(foam)이라는 네덜란드어인 가스트(gast)에서 유래 되었다.¹¹⁾ 미생물학적으로 빵 반죽을 발효시키기 위해서는 많은 종류의 미생물을 이용할 수가 있다. 성서에 나오는 “Leaven”이라는 단어는 당시 반죽에 함유되어 있는 이스트와 젖산균을 지칭한 것이며 빵을 만들기 위해 반죽의 일부(스타터)를 남겨 두었다가 사용하는 전통적인 방법은 아직까지 샌프란시스코 사위도우나 이탈리아의 파네토네의 제법에서 사용되고 있다.¹²⁾

식품의 건강기능성에 대한 시민들의 관심이 증가하면서 제조과정에 기능성 부재료를 첨가하여 해당 식품의 건강기능성을 상승시키고자 하는 연구들이 지속되고 있다. 그 중 제조법이 간단하고 기호도가 높아 널리 이용되고 있는 식빵도 건강기능성이 강화된 제품을 만들기 위한 연구가 활발히 진행되고 있는데, 이와 관련된 연구로는 probiotics인 젖산균(유산균)을 첨가하여 반죽 특성을 개량하고자 하는 연구가 가장 많이 보고 되었다.¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾

16)17)18)19)20)

10) 파티시에. (2011). 『빵·과자 백과사전』, 비앤씨월드, p.532.

11) 이삼빈, 고경희, 양지영, 오성훈, 김재근. (2004). 『발효 식품학』, 도서출판 효일, p.22.

12) 조남지, 김영호, 안호기, 신승녕, 황윤경. (2006). 『제과제빵 재료학』, (주)비앤씨월드, p.165.

13) 장준형, 안재범. (1996). 「빵의 품질에 미치는 유산균의 영향」, 『한국식품영양학회지』, 9, pp.509-515.

14) 홍정훈, 김경자, 방극승. (2000). 「Bifidobacterium infantis 및 Streptococcus thermophilus가 밀가루 반죽의 물성적 성질에 미치는 영향」, 『한국조리과학회지』, 16, pp.22-26.

15) 이예경, 박인경, 김순동. (2001). 「김치 숙성 관련 젖산균이 식빵의 품질에 미치는 영향」, 『동아시아식생활학회지』, 11, pp.379-385.

16) 홍정훈, 김경자. (2001). 「Enterococcus sp.와 Lactobacillus sp. 첨가 sour dough로 제조된 보리식빵의 품질특성. 1. 보리가루에서 분리한 균주의 동정 및 반죽의 물성적 특성」, 『한국식생활문화학회지』, 16, pp.354-360.

17) 홍정훈, 안덕준. (2002). 「Bifidobacterium sp.로 제조된 반죽의 물성적 특성」, 『한국식생활문화학회지』, 17, pp.165-170.

18) 신연환, 김소미, 박천석. (2003). 「김치 유산균으로 제조한 preferment 첨가 수준에 따른 white pan bread의 품질 특성」, 『한국식품과학회지』, 35, pp.1193-1198.

19) 차옥진, 이시경, 이정훈, 조남지. (2004). 「Lactobacillus acidophilus로 발효시킨 밀가루 발효물의 특성」, 『한국식품과학회지』, 36, pp.116-122.

20) 윤미숙, 이정훈, 이시경. (2010). 「Lactobacillus helveticus ATCC 55163과 Propionibacterium acidipropionici 5020로 배양한 유청발효물이 빵의 품질특성에 미치

또한, 젖산균 이외에 기능성 효모를 첨가하여 식빵 발효를 조절하고자 하는 연구 등이 보고되고 있다.²¹⁾²²⁾

최근에는 자연 발효빵(sour dough bread)이 건강빵으로 인식되면서 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.²³⁾²⁴⁾ 그러나, 빵 제조에 효모와 함께 젖산균을 이용할 경우, 젖산균의 생육에 필요한 환경을 별도로 조정해 주어야 하는 불편함이 따른다.²⁵⁾ 따라서 전통적으로 사용하는 제빵효모인 *Saccharomyces cerevisiae*를 기능성이 강화된 효모로 대체할 경우 식빵 제조 공정을 특별히 조정하지 않으면서 식빵의 건강기능성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

따라서 본 연구에서는 식빵의 건강기능성을 쉽게 향상시킬 수 있도록 강화된 유용한 probiotic 효모인 *Galactomyces geotrichum* SJM-59를 발효원으로 하여 식빵을 제조하였고 이의 식품학적 품질특성을 분석하였다.

-
- 는 영향」, 『한국축산식품학회지』, 30, pp.458-465.
- 21) 정진웅, 박기재. (2006). 「탁주 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성」, 『한국식품과학회지』, 38, pp.52-58.
- 22) I. D. Choi. & W. S. Choi, (2010). “Effect of Kokja as a fermentation starter on sponge-and-dough bread properities”, *Journal of Korean Society Applied Biological Chemistry*, 53, pp.50-55.
- 23) K.B. Danaka, (1994). “Science of Baking Process(In Japanese)”, *Kwang Lim Publisher, Tokyo, Japan*, pp.151-158
- 24) Y.Y. Linko, P. Javanainen, S. Linko, (1997), “Biotechnology of bread baking”, *Trends Food Sci. Technol.* 8, pp.339-344.
- 25) 정현채, (2008). 「Sourdough를 이용한 제빵의 특성」, 『한국식품과학회지』, 40, p.644.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 발효

미생물을 이용하여 유용한 산물을 생산하는 것을 일반적으로 발효(fermentation)라고 한다. 발효(fermentation)라는 말은 Latin어 *fervere*(to boil)에서 유래되었는데 포도주를 발효생산할 때 CO₂ 가스가 발생하는 것이 마치 물이 끓는 것과 같다 해서 붙여진 이름이다.²⁶⁾ 이런 현상은 술의 발효 등에서도 같이 미생물에 의한 작용의 결과이다. 즉, 어떤 유기물질을 산화와 환원 또는 분해등에 의해 다른 유기화합물로 만드는 화학변화 현상을 말한다.²⁷⁾ 그리고 인류는 미생물의 존재가 알려지기 오래전인 수천년 전부터 포도주, 맥주, 김치, 치즈, 요구르트, 빵 등과 같은 식·음료를 제조하는데 발효현상을 유익하게 이용하였다. 하지만 이러한 발효현상은 19세기에 들어서야 미생물의 존재가 알려지게 되면서 과학적으로 증명되기 시작하였다.²⁸⁾

1. 발효미생물(microorganism)

발효미생물은 분류학상의 특정한 일군을 가리키는 것이 아니고, 발효식품에 관여하는 여러 미생물들을 총칭하는 편의상의 용어로 일군의 육안으로 인지할 수 없을 정도로 아주 작은 생물체를 총칭하는 말로 곰팡이, 효모, 세균 등을 지칭하는 용어이다.²⁹⁾

세균(bacteria)은 원핵세포 생물로서 대부분 1 μ m 내외의 크기인 단세포 또는 증식의 결과 생긴 단순한 세포집합체를 지칭한다. 발효와 관련된 대표적인 세균으로는 된장, 청국장과 같은 장류 발효에 관여하는 *Bacillus*속 균(*Bacillus subtilis*, *Bacillus natto*), 요구르트, 치즈와 같은 유제품이나 김치, 야채발효에

26) 이계준. (2002). 『발효미생물학』. 라이프 사이언스, p.3.

27) 홍태희, 김동청, 김재근, 송형익, 장명호, 하상철. 『New 발효식품학』. 지구문화사, p.13.

28) 한영숙 외 7인, 전개서, p.11.

29) 홍태희 외 5인, 상계서, p.16.

관여하는 젖산균(유산균)류(*Lactobacillus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus pentosaseus*), 식초발효에 관여하는 *Acetobacter*속균(*Acetobacter aceti*, *Acetobacter vini-acetati*)등이 있다.³⁰⁾

곰팡이(mold)는 사상(絲狀)으로 이루어 있어서 사상균이라고 하는데, 사상으로 된 균사(hyphae)의 집단인 균사체(mycelium)와 증식세포로 생각되는 포자(spore)로 구성되어 있다. 이 전체를 균층(myccerial mat) 또는 집락(colony)이라 한다. 대표적인 곰팡이에는 *Mucor*(털곰팡이)속으로 부패한 토양, 퇴비, 동식물, 과일 등에 널리 분포 되어 있고, *Rhizopus*(거미줄곰팡이)속은 녹말 당화력, 주정 발효력이 강하며, *Aspergillus*(누룩곰팡이)속은 전분 당화력, 단백질 분해력이 강하여 간장, 된장, 누룩을 만드는데 쓰인다. *Penicillium*(푸른곰팡이)속은 자연계에 널리 분포하며, colony는 청녹색인 경우가 많기 때문에 푸른곰팡이라고 불리고, 치즈의 숙성이나 페니실린 생산에 사용되고 있다.³¹⁾

효모(yeast)는 곰팡이와 같은 진균류에 속하지만 일반적인 곰팡이와는 달리 균사(菌絲, mycelium)를 만들지 않고 5~10 μ m 정도의 단세포로 증식하며 종류가 많아 고대로부터 주류 양조, 알코올 제조, 제빵 등에 이용되어 왔다. 그 대표적인 효모에는 청주효모, 포도주효모, 맥주효모, 빵효모인 *Saccharomyces cerevisiae*, 간장효모인 *Zygosaccharomyces rouxii*, 탄화수소나 메탄올 생산에 관여하는 *Candida utilis* 가 있다.³²⁾

30) 한영숙 외 7인, 전게서 pp.14-16.

31) 남주현 외 2인, 전게서, pp.25-40.

32) 한영숙 외 7인, 상게서, pp.16-17.

제 2 절 제빵 발효

1. 이스트(yeast)

제빵에서 처음에는 주로 야생 효모균을 이용한 유산균이나 초산균의 작용으로 만들어진 부드럽고 향이 있는 빵 제품을 만들었다. 오늘날 사용하고 있는 이스트의 작용은 1857년에 파스퇴르에 의해서 발견되었으며, 이스트의 편리성을 추구하여 여러 종류의 새로운 제품들이 사용되고 있다. 현재 약 600 종류의 이스트들이 있지만 제빵용 이스트는 한 가지 종류로서 ‘사카로미세스 세르비지에(Saccharomyces cerevisiae)’이며, 아주 작은 세포들로 구성되어 있는 살아 있는 유기물이다.³³⁾

이스트는 과실의 표피, 수액, 토양, 해수, 우유, 공기, 밀가루 등 자연계에 널리 분포되어 있다. 자연계에서 분리된 그대로의 이스트를 천연 이스트(wild yeast)라 하고, 자연계에 존재하는 이스트를 분리하여 용도에 맞게 배양한 이스트를 배양 이스트(culture yeast)라 한다. 우리가 현재 사용하고 있는 *Saccharomyces cerevisiae* 는 대표적인 배양 이스트이다.³⁴⁾

이스트의 제빵에서의 역할을 보면, 반죽 중에 있는 당분을 알코올, 탄산가스, 각종의 에스테르 등으로 분해하여 빵(반죽)을 적당하게 팽창시키고, 독특한 풍미와 식감(촉감)을 준다.³⁵⁾

뿐만 아니라, 이스트에는 우리 몸의 신진대사에 유익한 다양한 효소가 존재하는데, 설탕을 분해해서 포도당과 과당을 생성분해하는 인베르타아제(invertase), 맥아당을 가수분해하는 말타아제(maltase), 포도당, 과당, 갈락토오스 등을 분해해서 탄산가스(CO₂)와 알코올 및 유기산 등을 생성하는 지마아제(zymase), 단백질 분해 효소인 프로테아제(protease), 지방 분해 효소인 리파아제(lipase)등이 있다.³⁶⁾

33) 신길만. (2012). 『제과·제빵 재료학』. 교문사. p.261.

34) 조남지 외 4인. 전게서. p.168.

35) 신길만, 노한승. (2010). 『식품전공자를 위한 제과제빵재료학』. 신광출판사. pp.224-225.

36) 정용면, 강갑석, 우희섭, 정준영, 강난기, 서홍원, 정은성. (2010). 『제과·제빵 재료학』. 광문각. pp154-156.

2. 젖산균(유산균, lactic acid bacteria)-Probiotics

빵 반죽의 발효에는 이스트뿐만이 아니라 젖산균이 관여하여 반죽의 물성, 빵의 맛과 향에 크게 영향을 미친다는 사실이 알려지면서 젖산균에 대한 연구가 활발히 진행되었고,³⁷⁾ 샌프란시스코 사워 도우에서 *Lactobacillus sanfrancisco* 라 명명된 젖산균을 동정 분리 하였다.³⁸⁾ 기능성 식품으로서의 젖산균의 이용은 메치니코프의 요구르트의 불로장수 효과에 관한 주장이래 기능성 식품의 기본개념이 되고 있다. 기능성 식품이란 식품의 본래 기능인 영양기능, 미가이나 후각에 의존하는 감각기능 이외에 생체조절기능을 갖는 식품을 말한다. 생체조절기능이란 고차원적인 생명 활동 조절 기능으로 생체 방어, 질병방어, 생리조절기능(신경계, 내분비계, 소화기능 등)등이 거론되고 있다. Mittusoka 박사는 기능성식품을 그 작용기전의 측면에서 볼 때 3가지 카테고리 즉 probiotics, prebiotics, biogenics로 분류하고 있다. ³⁹⁾

probiotics는 장 내 미생물의 밸런스를 개선함으로써 숙주동물에게 유익한 작용을 하는 생균첨가물로 정의 되고 있다.⁴⁰⁾ 여기에는 *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, yeasts 등이 주로 사용되고 있다. 요구르트의 경우 생균이 포함되어 있으면 probiotics, 유당은 일종의 prebiotics로서의 올리고당으로 생각되어지며 또한 발효산물은 biogenics가 된다. 따라서 젖산균을 이용하여 반죽을 발효시킨 후 이것을 빵반죽에 첨가함으로써 빵의 기능적 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.⁴¹⁾

젖산균을 발효원으로 활용하여 얻을 수 있는 이점은, 첫째, 빵의 풍미를 향상 시킬 수 있고,⁴²⁾ 둘째, 빵의 보존성을 높일 수 있으며,⁴³⁾ 셋째는 빵의 영

37) K.H. Kim & Y.T. Ko, (1987). "Study on growth and acid production by lactic acid bacteria in soy milk", *Korean J. Food Sci. Technol.* 19, pp.151-156.

38) T.F. Sugihara, N. Kline, M.W. Miller, (1971). "Microorganisms of the San Francisco sourdough bread process", *Appl. Microbiol.* 21, pp:456-458.

39) 조남지, 외 4인. (2006). 전계서. pp.175-177.

40) Huis in't Veld, J.H.J. and R. Havenaar, (1991), "Probiotics and health in man and animal", *J. Chem. Techn. Biotechnol.* 51, pp.562-567.

41) 조남지 외 4인. 상계서. p.175.

42) H.L. Wang, L. Karidej, C.W. Hesseltine, (1974). "Lactic acid fermentation of soybean milk", *J. Milk Food Technol.* 37, pp.71-73.

43) J.H. Hong, K.J. Kim, (2001a), "Effect of prepared by *Enterococcus* sp. and *Lactobacillus* sp. on the quality of barley bread. I. Identification of bacterial

양 및 보건효과를 높일 수 있다.⁴⁴⁾ 빵 발효에 관여하는 젖산균은 발효 중 유기산을 생성하여 반죽의 물성을 변화시켜 기계적 내성을 증가시키면서 반죽의 PH를 저하시켜 빵의 부피와 관계가 있는 글리아딘 단백질의 점성을 증가시키고, 곡류 단백질의 생물가 향상 및 사균체에 의한 보건 효과 등이 있다.⁴⁵⁾

제 3 절 Galactomyces geotrichum

1. QPS

Europe food safety authority (EFSA-유럽식품안전청)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.⁴⁶⁾ EFSA는 식품과 관련된 광범위한 생물학적 위해 요인을 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.⁴⁷⁾

strain from barley powder and rheological properties of sourdough”, *Korean J Dietary Culture* 16, pp.354-360.

44) W. Messens, L.D. Vuyst, (2002), “Inhibitory substance produced by Lactobacilli isolated from sourdough-A review”, *Int. J. Food Microbiol.* 72, pp.31-43.

45) A. Corsetti, M. Gobbetti, J. Rossi, P. Damiani, (1998), “Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria: Identification of a mixture of organic acids produced by Lactobacillus sanfrancisco CB1”, *Appl. Microbiol. Biot.* 50, pp.253-256.

46) R.G.K. Leuschner., T.P. Robinson., M. Hugas., P.S. Cocconcelli., F. Richard-Foget., G. Klein., T.R. Licht., C. Nguyen-The., A. Querol., M. Richardson., J.E. Squarez., U. Thrane., J.M. Vlak. A. von Wright., (2010), “Qualified presumption of safety (QPS): A generic risk assessment approach for biological agents notified to the European Food Safety Authority (EFSA)”, *Trends in food sci technol.* 21, pp.425-435.

47) 김청규. 전계논문. p.19.

2. Galactomyces geotrichum

QPS(Qualified Presumption of Safety of microorganism in food and feed)에 의하면 *Galactomyces geotrichum* (*Galactomyces candidum*)은 지방분해력과 단백질분해력이 우수하여 지방산과 에스테르류 및 휘발성방향물질을 생산하는 균주⁴⁸⁾로서, Danish feta cheese, Munster cheese, Raclette cheese의 숙성과정에서 분리되었다.⁴⁹⁾⁵⁰⁾ QPS에 의하면 *G. geotrichum*은 안전한 균주이며, 이들 균주를 이용한 생식품 또한 안전한 것으로 알려져 있다. ⁵¹⁾특히 *G. geotrichum*은 biosafety class I에 속하는 균주로, biosafety I 균주는 취급시 특별한 주의를 필요로 하지 않는다. 또한 *G. geotrichum*은 건강한 한국인 유아의 분변으로부터 분리 동정되었고, 우수한 장내 부착능 및 probiotic 특성을 보유하고 있는 것으로 보고 되고 있다. ⁵²⁾⁵³⁾이 외에도 *G. geotrichum*의 유전자적 기능에 관한 연구⁵⁴⁾, 셀레늄 효모배양에 관한연구⁵⁵⁾, 배추김치 발효에 미치는 영향에 관한 연구⁵⁶⁾, 대두단백가공품개발에 관한 연구⁵⁷⁾, 딸기의

48) P. Daigle., P. Gelin., D. Leblanc., and A. Morin., (1999) "Production of aroma compounds by geotrichum candidum on waste bread crumb", *Food Microbiol.*, 16, pp.517-522.

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

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

51) EFSA., (2009), "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, p.93.

52) E.K. Mo., J.H. Lee., B.J. Xu., C.K. Sung., (2004), "Identification of yeasts from Korean feces and prerequisite characterization for preparation of probiotics", *Food Sci. Biotechnol.*, 13, pp.63-70

53) E.K. Mo., M.R. Lee., S.Y. Lee., J.C. Kim., C.K. Sung., (2005), "Surface characteristics and adhesive properties of *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 for preparation of probiotics", *Food Sci. Biotechnol.*, 14, pp.493-497.

54) 조일재. (2009). 「Galactomyces citirri-aurantii에서 분리된 Pectinase 유전자의 *Pichia pastoris*에서 기능적 발현」. 학위논문(석사). p.10.

55) 강효진. (2004). 「Galactomyces geotrichum SJM-59를 이용한 고농도 셀레늄 효모배양」. 학위논문(석사). p.9.

56) 모은경, 이선영, 제갈성아, 성장근. (2007). 「*Pichia anomala* SKM-T와 *Galactomyces geotrichum* SJM-59첨가가 배추김치 발효에 미치는 영향」, 『한국식품저장유통학회』, 14, pp.94-99.

보관성 및 품질에 미치는 영향에 관한 연구⁵⁸⁾등이 보고 되고 있다.

제 4 절 식 빵

1. 빵의 기원

빵의 역사는 9천여 년 전 밀과 보리의 역사와 함께 시작되었다. 메소포타미아에서 밀의 재배는 기원전 6~7천년 전에 이미 이루어지고 있었으며, 기원전 4천년 경에 메소포타미아 문명의 중심지인 바빌로니아에서는 현재의 빵과는 다르지만 얇고 단단한 무발효로 구운 빵이 만들어졌다.⁵⁹⁾ 고대 이집트에서는 메소포타미아에서 밀과 보리의 재배가 전해진 기원전 4천년경부터 기원전 1천5백년 사이에 풍부한 석재(石材)와 안정된 농경생활을 바탕으로한 대량생산 체계와 제분법이 발달하였다. 이러한 이집트의 제분법은 훗날 로마시대 제분법의 기초가 되었다.⁶⁰⁾

최초의 발효빵을 구운 것은 고대 이집트의 초기 왕조시대(기원전 3000년경)라고 하는데 H.E. 야콥은 기원전 4000년경이라고 주장하기도 한다. 그때부터 250년에서 1000년 후의 이집트왕들의 무덤에서 자연발효된 것으로 보이는 빵이 발굴되었다. 당시의 생활의 기록에는 무발효의 빵을 포함해 수십 종의 빵의 이름이 기재되어 있었다. 그 후 발굴된 동시기 나일강 주변의 많은 묘지의 유적에서도 발효빵을 포함한 각종 빵이 탄화된 화석 상태로 발견되고 있다.⁶¹⁾ <fig. 1-2>

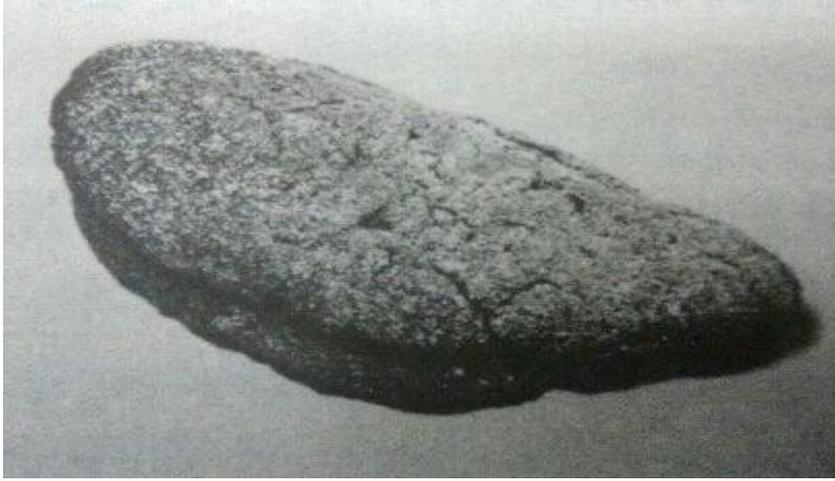
57) 김청규. (2012). 전계논문. p.11.

58) Mo Eun Kyoung, Sung Chang Keun, (2005). "Effect of *Pichia anomala* SKM-T and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 dipping on sensory quality of strawberry", *Food science and biotechnology*, 14, pp.487-492.

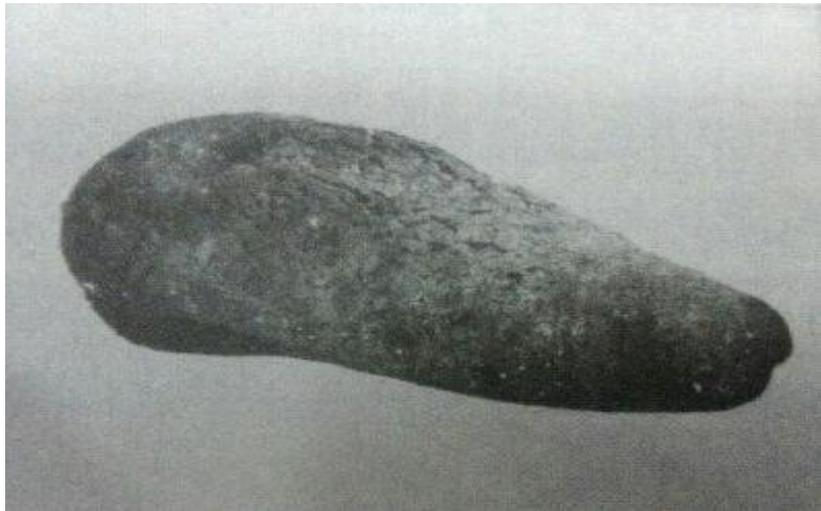
59) 이용규, 고원방, 신승녕, 정순경. (2011). 『표준 제빵 이론』. (주)비앤씨월드. p.8.

60) 배종호, 배만중, 손동화, 정인창, 권오진, 우희섭, 김기주. (2008). 『제과·제빵학』, 형설출판사. p.14.

61) 신길만. (2008). 『세계 음식·빵문화 기행』. 도서출판 효일. pp.17-18.



〈Fig. 1〉 Egypt Bread



〈Fig. 2〉 Acient Round Bread

2. 식빵의 분류

빵은 밀가루, 이스트, 물, 소금을 주원료로 하여 반죽하고 발효시킨 뒤 익힌 것이다. 빵의 분류는 분류기준에 따라 여러 형태로 나뉘어 진다. 제품의 색상에 따라 흰 빵과 검은 빵으로 나누는데 고대 그리스 빵과 로마시대의 빵에서 구분되어 진다. 가열 방법에 따라 굽는 빵, 찐빵, 튀긴 빵(도넛) 등으로 나뉘 지는데 대부분이 굽는 빵이므로 빵 하면 일반적으로 굽는 빵을 일컫는다. 원료 배합율에 따라 고율 배합인 소프트 타입의 빵과 프랑스 빵과 같은 저율 배합인 하드 타입의 빵으로 나눌 수 있다.⁶²⁾ 식빵의 분류를 살펴보면, 크게 풀먼 식빵(Pullman Bread), 오픈 탑 식빵(Open Top Bread), 원 로프 식빵(One Loap Bread), 쿠퍼 식빵(Couper Bread), 번스(Buns), 전밀 식빵(Whole Wheat Bread), 호밀 식빵(Rye Bread), 프랑스 식빵(French Bread), 기타 옥수수, 보리, 쌀등을 이용한 곡물식빵 등이 있다.⁶³⁾

3. 기능성 재료를 이용한 식빵의 선행연구

식빵은 현대인들이 즐겨 찾는 가장 보편적인 제빵류 중 하나이며, 그 건강기능성 향상에 관한 많은 연구가 보고되었다. 그 내용을 살펴보면 발효차 가루를 이용한 것,⁶⁴⁾버찌 분말을 첨가한 것,⁶⁵⁾ 볶음 홍화씨 분말을 첨가한 것,⁶⁶⁾ 신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 연구,⁶⁷⁾ 메밀가루를 첨가한 식빵의 품질특성에 관한 연구,⁶⁸⁾ 매실분말 및 매실농축액을 첨가한 연구,⁶⁹⁾ 당귀 분말을 첨

62) 채동진. (2001). 「빵의 역사와 분류」, 월간 베이커리, 11, pp.172-174.

63) 배종호 외 6인. 전개서. p.16.

64) 김정란, 최옥자, 심기훈. (2005). 「발효차 가루를 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 34, pp.869-874.

65) 윤미향, 조지은, 김다미, 김경희, 육홍선. (2010). 「버찌 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 39, pp.1340-1345.

66) 김준한, 최명숙, 문광덕. (2000). 「볶음 홍화씨 분말첨가 식빵의 품질특성」, 『KOREAN J. POSTHARVEST SCI. TECHNOL』, 7, pp.80-83.

67) 고상희, 빙동주, 전순실. (2013). 「신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 42, pp.766-773.

68) 최순남, 정남용. (2007). 「메밀가루를 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 23, pp.664-670.

69) 박우포, 조성환, 이승철, 김성용. (2008). 「매실분말 및 매실농축액을 첨가한 식빵의 품질

가한 연구,⁷⁰⁾ 꽃감 열수추출물을 첨가한 것,⁷¹⁾ 감잎분말을 첨가한 것,⁷²⁾ 감 감 과피 분말을 첨가한 것,⁷³⁾ 유청 발효물을 첨가한 것,⁷⁴⁾ 천연초 선인장 분말을 첨가한 우리밀 식빵에 관한 연구,⁷⁵⁾ 클로렐라를 첨가한 식빵의 품질 특성⁷⁶⁾ 등이 있다.

-
- 특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.682-686.
- 70) 신길만, 김동영. (2008). 「당귀 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.497-504.
- 71) 문혜경, 한진희, 김준한, 김귀영, 강우원, 김종국. (2004). 「꽃감 열수추출물을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 33, pp.723-729.
- 72) 강우원, 김귀영, 김종국, 오상룡. (2000). 「감잎분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 16, pp.336-341.
- 73) 신동선, 박혜영, 김명희, 한귀정. (2011). 「감 과피 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 27, pp.589-597.
- 74) 이정훈, 최미정, 정구춘, 이시경. (2012). 「유청발효물을 첨가한 반죽 레울로지 및 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 32, pp.803-809.
- 75) 김경태, 최아름, 이경석, 정용면, 이기영. (2007). 「천년초 선인장 분말을 첨가한 우리밀 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 23, pp.461-468.
- 76) 정창호, 조현제, 심기환. (2006). 「클로렐라를 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 13, pp.465-471.

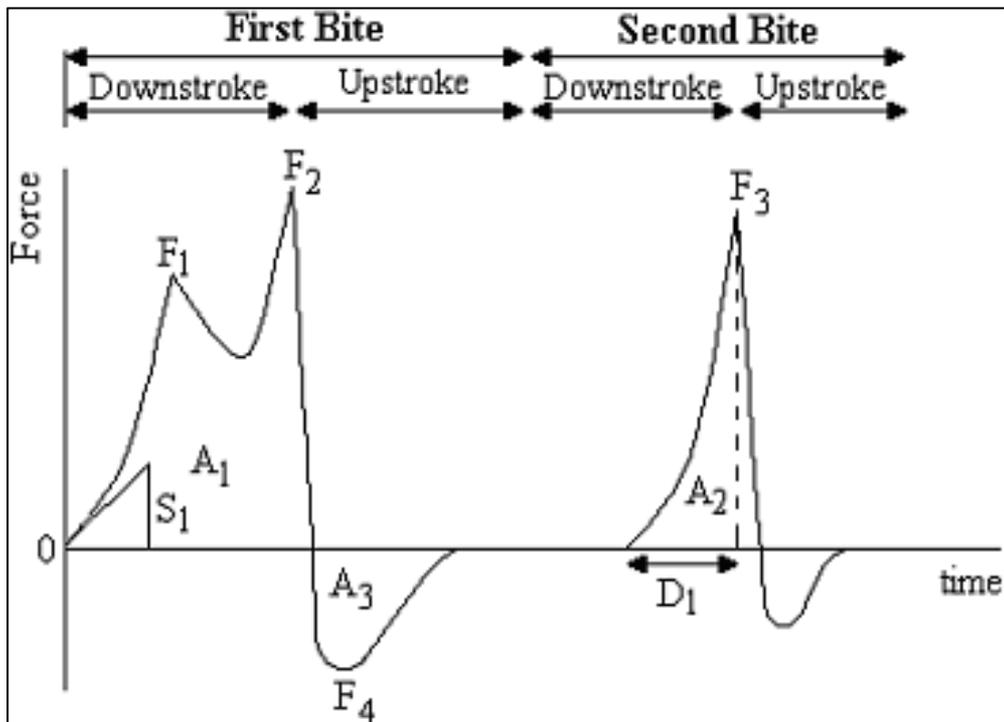
제 5 절 물성분석 (Texture profile analysis, TPA)

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 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.



<Fig. 3> 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 \times cohesiveness = $F_2 \times A_2/A_1$, Chewiness = hardness \times cohesiveness \times 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

제 1 절 실험재료 및 제조 방법

1. 실험 재료

강력분(대한제분), 설탕(삼양사 정백당), 소금(해표 꽃소금), 대조구용 효모는 홈베이킹용으로 판매되는 일반제품 (Jenico Foods Co., Korea)을 사용하였다.

2. 효모의 배양 및 건조 효모의 제조

G. geotrichum SJM-59는 (주)대덕바이오의 균주보관실로부터 무상으로 분양받았다. *G. geotrichum* SJM-59를 potato dextrose broth (PDB)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 ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) 원심 분리하여 효모균체를 회수하였고, 동결건조하여 제빵에 사용하였다.

3. 식빵의 제조

제빵을 위한 제조방법은 Table 1과 같다. 식빵은 AACC 101-10A (AACC, 2000)에 의한 직접반죽법에 따라 Table 1의 재료를 반죽기에 넣고 혼합하여 2분간 수화시킨 후 중속으로 5분간 혼합하고 다시 고속으로 5분간 혼합하였다. 28°C 의 발효 온도와 75%의 습도를 유지하여 40분간 1차 발효를 수행하였고, 160 g씩 분할하여 둥글리기 한 후 5분간 중간 발효시켰다. 이 후 성형하여 38°C , 85%의 습도를 유지하면서 40분간 2차 발효시킨 다음, 180°C 로 예열된 오븐에서 30분간 굽기를 하였다. 완성된 식빵은 틀에서 분리하여 실온에서 2시간 방냉한 후 식품학적 특성을 분석하는 시료로 사용하였다.

Table 1. Composition of ingredients for white pan bread making

Ingredients	Composition (g)
Bread flour	1,600
Water	1,000
Whole egg	90
Sugar	90
Salt	35
Dry yeast	45*

*Lyophilized *G. geotrichum* SJM-59 and commercial yeast powder were used.

제 2 절 실험 방법

1. 반죽의 pH

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

2. 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.

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

3. 반죽의 발효팽창력

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

4. 반죽의 수율 및 굽기손실율

2차 발효가 완료된 식빵 반죽의 중량과 소성 후 식빵의 중량을 각각 측정하여 다음의 식으로부터 반죽수율과 굽기손실율을 산출하였다.(summu et al. 2005)

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

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

5. 식빵의 비용적

식빵의 부피는 좁쌀을 이용한 종자치환법 (Pylar, 1979)으로 측정하였고, 이를 중량으로 나누어 비용적을 산출하였다.

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

6. 식빵의 색도

식빵의 빵껍질 (crust)을 잘게 부수어 6 mm Petri dish에 가득담아 색도를 측정하였다. 식빵 내부 (crumb)는 식빵의 표면으로부터 2 cm 들어간 부분만을 잘게 부수어 Petri dish에 담아 색차계 (Color meter JX777, Minolta Japan)를 이용하여 색도를 측정하여 Hunter의 명도 (L , lightness), 적색도 (a , redness), 및 황색도 (b , yellowness)로 나타내었다. 표준 백판의 보정치는 $L = 98.46$, $a = -0.23$, 그리고 $b = 1.02$ 이었다.

7. 식빵의 물성

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

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 %

8. 관능검사

20~40대 남녀 18명을 관능검사요원으로 선정하여 본 실험의 목적과 평가 방법에 대해 잘 인지할 수 있도록 차이식별검사 (directional difference test) 를 실시하기 이전에 사전교육을 실시하였다. 관능검사는 대조구와 실험구가 balanced reference가 되도록 제시하여 시료의 외관, 색, 향기 및 맛 (질감)의 차이유무를 식별하도록 하였다. 차이식별검사 결과는 유의성 검정표 (단측검정)를 기준으로 하였다.

9. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복측정하여 '평균 \pm 표준편차'로 표시하였다. 대조구와 실험구 간의 유의적인 차이는 Student's *t*-test로 분석하였다. 통계분석에는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, ver. 18.0, SPSS Inc., IL, USA) 프로그램을 사용하였다.

제 4 장 실험결과 및 고찰

제 1 절 실험재료의 제조 및 식빵 반죽의 물리적 특성

1. 동결건조 효모

배양한 *G. geotrichum* SJM-59를 동결건조하여 dry yeast를 제조하였다. 효모는 세포 내에 포자를 지니고 있으므로 적절한 생육환경에 노출되면 포자가 활성화되면서 생육할 수 있다. 동결건조한 후 재배양한 효모는 Fig. 1에서와 같이 포자를 형성하고 있으므로 제빵 과정 동안 잘 생육할 것으로 보였다.

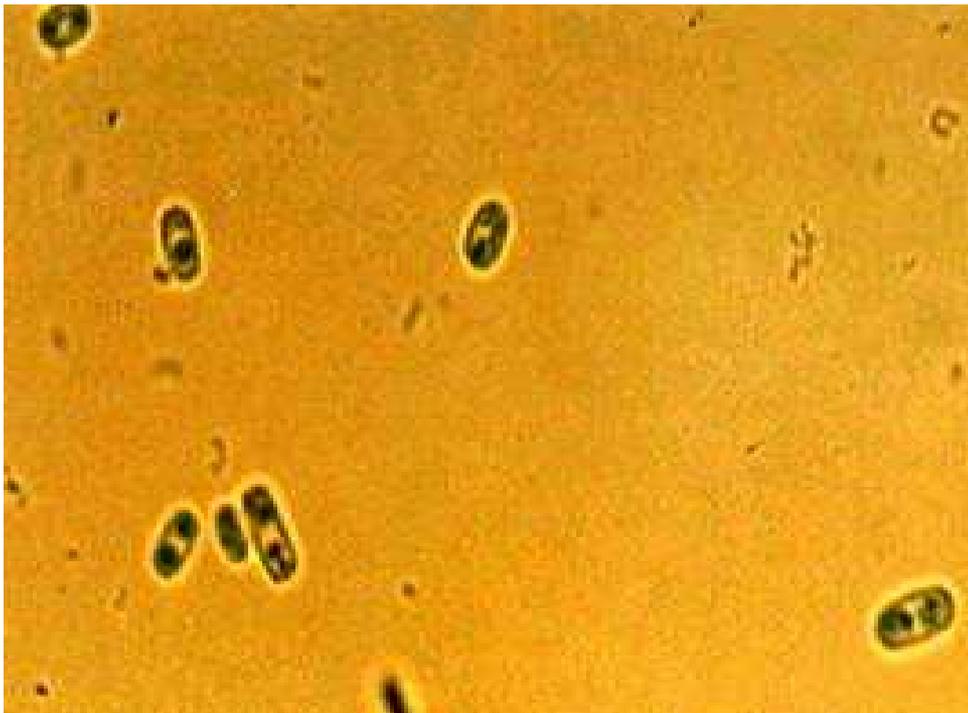


Fig. 4. Ascospores of *Pichia anomala* SKM-T on Kleyn media for 3 day at 25°C. Sodium acetate 0.5 g, K_2HPO_4 0.02 g, KH_2PO_4 0.012 g, glucose 0.062 g, NaCl 0.062 g, biotin 2 μ g, mineral solution 1 mL, agar 2.0 g, and distilled water was added to make 100 mL. Light microscopy, magnification was 40.

G. geotrichum SJM-59를 potato dextrose broth 배지에 배양하는 동안 효모의 생육 양상은 Table 3과 같다. 균주를 배지에 접종하여 약 20 시간 정도 배양하였을 때 효모의 성장이 대수기 (log phase)에 진입하므로 24시간이 경과되었을 때 효모를 회수하여 동결건조하여 제빵에 사용하였다.

Table 3. The growth curves of *Galactomyces geotrichum* SJM-59.

Fermentation time (h)	Optical density (600 nm)
0	0.012±0.002
12	0.251±0.008
15	0.458±0.015
24	2.102±0.093
36	2.115±0.087
48	2.223±0.082

G. geotrichum SJM-59 was inoculated into 1.5 L potato dextrose broth in 3 L Erlenmeyer flask and placed on the shaker of 140 rpm for 48 h at 30±1°C.

2. 반죽의 pH

G. geotrichum SJM-59를 발효원 (starter)으로 하여 제조한 식빵 반죽은 Table 4와 같다. pH를 측정한 결과(5.39 ± 0.11)는 *S. cerevisiae*를 발효원으로 하였을 때의 pH 측정 결과(5.67 ± 0.14)에 비해 유의적인 큰 차이를 나타내었다. *G. geotrichum* SJM-59 균주는 발효되는 동안 많은 양의 유기산을 생산하는 것으로 보고되어 있다. ⁷⁷⁾ 따라서 *S. cerevisiae* 대조구보다 반죽의 pH가 유의적으로 낮은 것으로 나타났다.

Table 4. pH of white pan bread dough fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
5.67 ± 0.14	5.39 ± 0.11

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

77) E.K. Mo, H.J. Kang, C.T. Lee, B.J. Xu, J.H. Kim, Wang Q.J. Wang, J.C. Kim and C.K. Sung. (2003). "Identification of phenylethyl alcohol and other volatile flavor compounds from yeasts, *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59". *Journal of Microbiology and Biotechnology* 13, pp.800-808.

3. 반죽의 밀도

밀도는 반죽의 팽창 정도를 나타내고 완성된 제품의 향과 색에 영향을 미치는 인자로 보고되어 있다.⁷⁸⁾ 본 실험에서는 발효원을 다르게 하였을 때 반죽의 밀도는 Table 5와 같다. 대조구(*S. cerevisiae*) 1.052 ± 0.041 , 실험구(*G. geotrichum* SJM-59) 1.053 ± 0.037 의 수치를 보여, 둘 사이의 유의적 차이를 나타내지 않았다. 따라서 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵의 식품학적 품질도 *S. cerevisiae*로 발효한 대조구와 다르지 않을 것으로 보였다.

Table 5. Density of white pan bread dough fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
1.052 ± 0.041	1.053 ± 0.037

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

78) H.S. Cho, B.H. Park, K.H. Kim, and H.A. Kim. (2010). "Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder". *Korean Society of Food Culture* 21, pp:541-549.

4. 반죽의 발효 팽창력

식빵 반죽의 발효 팽창력은 반죽에서의 gluten 생성량과 가스 보유력에 의해 영향을 받는다. Table 6에서와 같이, 발효시작 10분 경과시 *G. geotrichum* SJM-59 발효구(58.02 ± 0.88)가 대조구(63.19 ± 0.37)에 비하여 팽창력이 유의적으로 낮았으나 발효시간 30분을 지나면서 발효구(139.74 ± 1.13), 대조구(144.12 ± 2.11)로 점차적으로 변화하여 최종 발효 단계인 60분 경과시에는 발효구(152.49 ± 4.99), 대조구(151.75 ± 3.14)로 대조구인 *S. cerevisiae*로 발효하였을 때와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이러한 연구 결과는 자색고구마를 첨가한 식빵의 연구⁷⁹⁾와 유사한 결과를 보였다.

Table 6. Dough expansion rate (%) of white pan bread dough fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

Time (min)*	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
0	50.94±0.18	51.02±0.97
10	63.19±0.37	58.02±0.88
20	101.98±1.08	74.65±0.82
30	144.12±2.11	139.74±1.13
40	148.91±3.81	151.23±4.14
50	150.11±3.95	152.25±3.86
60	151.75±3.14	152.49±4.99

*Time; Fermentation time (min).

Data were expressed as Mean \pm standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$) from 30 to 60 minutes, analyzed by Student's *t*-test.

79) 이순목, 박금순. (2011). 「자색고구마 첨가 식빵의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 27, pp.1-16.

5. 반죽의 수율 및 굽기손실율

반죽 수율과 굽기손실율은 식빵의 중량에 영향을 받는다. Table 7에서 반죽의 수율은 *S. cerevisiae* 대조구(1.089 ± 0.027)와 *G. geotrichum* SJM-59 실험구(1.088 ± 0.028)로 나타나 둘 사이에는 유의적인 차이가 없었다. 또한 굽기손실율도 대조구(9.450 ± 0.175), 실험구(9.462 ± 0.180)로 나타나 이 역시 유의적 차이가 없었다. 이는 각각의 균주로 발효한 식빵의 중량에 차이가 없었기 때문으로 보였다. 반죽의 수율은 민들레 잎 분말을 첨가한 식빵의 연구 결과⁸⁰⁾와 마찬가지로 유의적 차이가 나타나지 않았으나, 굽기 손실율은 한라봉 분말을 첨가한 연구 결과에서 실험구의 굽기손실율이 낮아진 것과는 비교가 되었다.⁸¹⁾

Table 7. Density of white pan bread dough fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
Dough yield (%)	1.089 ± 0.027	1.088 ± 0.028
Baking loss rate (%)	9.450 ± 0.175	9.462 ± 0.180

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

80) 강미정. (2002). 「민들레 잎분말 첨가에 따른 기능성 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 9(2), pp.221-227.

81) 빈동주, 전순실. (2013). 「한라봉 분말을 첨가한 식빵의 제빵 특성과 소비자 검사」, 『한국식품영양과학회지』, 42(2), pp.306-312.

제 2 절 식빵의 품질 특성

1. 식빵의 pH

*S. cerevisiae*로 발효시킨 식빵의 pH(7.87 ± 0.09)와 *G. geotrichum* SJM-59로 발효시킨 식빵의 pH(5.63 ± 0.08)는 Table 8에서와 같이, 유의적인 큰 차이를 나타내었다. 발효원으로 *G. geotrichum* SJM-59를 사용하였을 경우가 대조구인 *S. cerevisiae* 보다 현저히 낮은 pH를 나타내었다. 이는 앞의 식빵 반죽의 pH에 관한 연구 결과에서 두 대조구와 실험구의 pH 차이가 그리 크지 않았던 것과 비교가 되었다. 이는 발효과정에서 *G. geotrichum* SJM-59가 생산하는 많은 양의 유기산 때문으로 보였다.

Table 8. pH of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
7.87±0.09	5.63±0.08

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

2. 식빵의 비용적

G. geotrichum SJM-59로 발효한 식빵의 비용적을 측정한 결과는 Table 9와 같다. *S. cerevisiae*를 발효원으로 하였을 때(5.271 ± 0.18)보다 *G. geotrichum* SJM-59가 발효원일 때(5.284 ± 0.17) 식빵의 비용적이 약간 높았으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

제빵에서 비용적은 밀가루 단백질의 양과 질, 글루텐의 발달정도, 제빵 반죽에 첨가되는 부재료의 양과 종류에 의해 영향을 받는다.⁸²⁾ 본 실험에서는 밀가루의 종류와 식빵의 formulation이 동일하였으므로 반죽의 단백질 농도 및 첨가되는 부재료에 의한 영향은 없는 것으로 보였다. 이는 파프리카 분말을 첨가한 식빵의 연구 결과⁸³⁾와 비교가 되었다. 비용적이 높을수록 빵의 반죽 및 발효시 글루텐이 형성됨에 따라 air cell이 균일하게 고루 발생하여 탄력성 있는 빵을 형성한다. 따라서 대조구보다는 *G. geotrichum* SJM-59로 발효시킨 빵이 좀 더 탄력성이 있을 것으로 추정하였다.

Table 9. Specific volume (mL/g) of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
5.271±0.18	5.284±0.17

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

82) 김영애. (2005). 「구기자 분말의 첨가가 옐로우 레이어 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』, 34(3), pp.403-407.

83) 최순남, 김현정, 정남용. (2012). 「파프리카 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 28(6), pp.839-846.

3. 식빵의 색도

식빵의 crust와 crumb의 색도 결과는 Tables 10-12와 같다. 식빵의 표면 (crust)과 내부(crumb)의 색도를 측정된 결과, 대조구(*S. cerevisiae*)와 실험구 (*Geotrichum* SJM-59) 사이에는 오차 범위 내에서만 차이를 나타낼 뿐 발효 원을 다르게 하는 데서 기인하는 차이는 관측되지 않았다.

Table 10.에서 명도값(L-value)은 표면(crust)의 경우 *S. cerevisiae* 73.98 ± 3.02 , *G. geotrichum* SJM-59 74.22 ± 3.18 로 유의적 차이가 없었고, 내부(crumb)의 경우 *S. cerevisiae* 86.11 ± 1.81 *G. geotrichum* SJM-59 86.20 ± 2.04 로 유의적 차이가 없었다.

Table 10. Lightness (*L* value) of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
Crust	73.98 ± 3.02	74.22 ± 3.18
Crumb	86.11 ± 1.81	86.20 ± 2.04

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

Table 11.에서 보는 바와 같이 적색도값(a-value)은 표면(crust)의 경우 *S. cerevisiae* 10.79 ± 1.05 , *G. geotrichum* SJM-59 10.14 ± 1.17 로 유의적 차이가 없었고, 내부(crumb)의 경우 *S. cerevisiae* 1.82 ± 0.47 , *G. geotrichum* SJM-59 1.86 ± 0.85 로 유의적 차이가 없었다.

Table 11. Redness (*a* value) of white pan bread fermented by *G.*

geotrichum SJM-59.

	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
Crust	10.79±1.05	10.14±1.17
Crumb	1.82±0.47	1.86±0.85

Data were expressed as Mean ± Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' t -test.

Table 12.에서 황색도값(b-value)은 표면(crust)의 경우 *S. cerevisiae* 34.16±1.78, *G. geotrichum* SJM-59 33.86±1.04로 유의적 차이가 없었고, 내부(crumb)의 경우 *S. cerevisiae* 22.59±1.07, *G. geotrichum* SJM-59 22.83±1.23로 유의적 차이가 없었다.($p < 0.05$)

Table 12. Yellowness (b value) of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
Crust	34.16±1.78	33.86±1.04
Crumb	22.59±1.07	22.83±1.23

Data were expressed as Mean ± Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' t -test.

4. *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵의 물성

G. geotrichum SJM-59로 발효한 식빵의 조직감을 측정된 결과는 Table 13와 같다. 조직감을 측정하는 평가 항목 중에서 hardness(경도)는 대조구 (*S.cerevisiae*) 210.28 ± 18.75 , 실험구(*G. geotrichum*) 212.14 ± 15.29 , gumminess(점성)는 대조구 94.88 ± 9.39 , 실험구 95.21 ± 9.43 , cohesiveness(응집성)는 대조구 0.43 ± 0.19 , 실험구 0.43 ± 0.15 로 나타났으며, *S. cerevisiae*로 발효한 식빵과 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵 사이에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.($p < 0.05$) 반면에 springness(탄력성)는 대조구 0.98 ± 0.019 , 실험구 1.12 ± 0.014 로 나타나 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵이 약간 높았고, springness 값에 영향을 받는 chewiness(씹힘성)도 대조구 80.25 ± 8.71 , 실험구 86.19 ± 7.32 로 나타나 *G. geotrichum* SJM-59 처리구가 대조구보다 약간 높았다. 이는 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵 반죽 및 식빵의 pH가 *S. cerevisiae*로 발효한 대조구보다 유의적으로 낮았던 것에 기인하는 것으로 보였다.

Table 13. Texture characteristics of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59.

Categories	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
Hardness (g/cm ²)	210.28±18.75	212.14±15.29
Springness	0.98±0.019 ^a	1.12±0.014 ^b
Chewiness	80.25±8.71 ^a	86.19±7.32 ^b
Gumminess	94.88±9.39	95.21±9.43
Cohesiveness	0.43±0.19	0.43±0.15

Data were expressed as Mean ± standard deviation. Superscript letters denote values that were significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

5. 관능검사

관능검사결과는 아래 Table 14와 같이 *S. cerevisiae*와 *G. geotrichum* SJM-59로 발효한 식빵을 짝을 이루어 무작위로 패널에게 제시하여 두 시료 간의 차이 유무를 검사하게 하는 차이식별검사 (balanced reference)를 실시하였다. 관능검사의 유의성검정표 (단측검정)를 기준으로 18명을 대상으로 실험하였을 때, 13명 이상 차이가 있다고 응답하면 5% 유의수준에서 유의적인 것으로 판단한다. 동일한 패널을 대상으로 3회의 차이식별 검사를 실시한 결과, 본 실험에 참여한 관능검사 요원은 18명이었고, 이 중에서 16 ± 2 명이 차이가 있다고 응답하여 두 시료 간의 유의적인 차이가 있는 것으로 판단하였다.

관능검사 종료 후, “차이가 없다”고 응답한 관능검사요원들을 대상으로 한 사후토론에서 이들이 두 시료 간에 차이가 없다고 판단한 기준이 되는 것은 식빵의 외관, 질감을 포함한 맛, 색 등이었다.

차이가 있다고 응답한 관능검사요원들을 대상으로 한 사후토론에서 이들이 두 시료 간에 차이가 있다고 판단한 기준이 되었던 것은 시료의 “향기”이었다. 이들은 관능검사를 시작하자마자 두 시료 간에 향기가 가장 크게 느껴졌기 때문에 최종평가에서도 “차이가 있다”로 평가하였다.

Table 14. Directional difference test of white pan breads fermented by *G. geotrichum* SJM-59 and *Saccharomyces cerevisiae*

No difference	Difference
2.8±5.1	16.3±2.4

6. 저장 기간 중 식빵의 수분 함량 변화

완료된 식빵을 30°C에 3일간 저장하면서 식빵의 수분 함량 변화를 측정한 결과는 Table 15에서 보는바와 같이 저장 시간이 24시간 경과되면서 *S. cerevisiae* 발효 식빵의 수분 함량 변화(40.14±1.18→34.87±1.25)와 *G. geotrichum* SJM-59 발효 식빵의 수분 함량 변화(39.87±1.07→34.54±1.13)처럼 급격히 감소하였고, 이후부터는 완만한 수분함량 변화를 보인다. *S. cerevisiae* 발효 식빵과 *G. geotrichum* SJM-59 발효 식빵을 저장하는 동안의 수분 함량 변화에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 15. Moisture content (%) of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59 during storage at 30°C

Time (day)*	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
0	40.14±1.18	39.87±1.07
1	34.87±1.25	34.54±1.13
2	30.44±1.04	30.39±1.02
3	27.14±0.98	28.39±0.85

*Stored at 30°C.

Data were expressed as Mean ± Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

7. 저장 기간 중 식빵의 경도 변화

저장기간 중 식빵의 경도 변화는 Table 16에서 보는바와 같이 저장하는 동안 식빵의 수분 함량이 감소하였으므로 식빵의 경도도 변화하였을 것으로 추정되었다. 24시간 경과후 *S. cerevisiae* 발효 식빵의 경도 변화는 $220.32 \pm 10.24 \rightarrow 283.92 \pm 10.35$ 와 같은 수치 변화를 보였고, *G. geotrichum* SJM-59 발효 식빵의 경도 변화 역시 $219.89 \pm 9.97 \rightarrow 284.86 \pm 10.08$ 로 나타나 큰 수치 변화를 보였다. 이후의 식빵의 경도 변화 또한 큰 증가세를 보인다. 즉, 저장 기간이 증가하면서 식빵의 경도는 유의적으로 높아졌다. 이는 쌀가루 입자를 첨가한 연구 결과⁸⁴⁾와 유사하게 나타났다. 그러나 발효원에 따른 유의적인 차이는 관측되지 않았다.

Table 16. Hardness (g/cm^2) of white pan bread fermented by *G. geotrichum* SJM-59 during storage at 30°C

Time (day)*	<i>S. cerevisiae</i>	<i>G. geotrichum</i> SJM-59
0	220.32 ± 10.24	219.89 ± 9.97
1	283.92 ± 10.35	284.86 ± 10.08
2	305.17 ± 12.19	304.92 ± 10.77
3	492.11 ± 19.28	489.36 ± 16.85

*Stored at 30°C.

Data were expressed as Mean \pm Standard deviation. Experimental groups were not significantly different ($p < 0.05$), analyzed by Student' *t*-test.

84) 박미경, 이광석, 이경희. (2008). 「쌀가루의 입도에 따른 쌀 식빵의 품질 특성」, 『동아시아식생활학회지』, 5, p.94.

제 5 장 결 론

본 연구에서는 일반 효모인 *S. cerevisiae* 와 기능성 효모인 *G. geotrichum* SJM-59를 첨가한 식빵을 제조하였고, 비교 분석을 통하여 실험구 *G. geotrichum* SJM-59를 첨가한 식빵 반죽의 pH, 밀도, 발효 팽창력, 수율 및 굽기 손실률 과 완성된 식빵 제품의 품질 특성에 관하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

우선 *G. geotrichum* SJM-59를 배지에 배양하였고, 이때 효모의 성장 대수기는 24시간이 경과시 2.102 ± 0.093 으로 나타났으며, 이를 회수하여 동결 건조 dry yeast를 제조하여 실험용 제빵에 사용하였다.

식빵 반죽의 pH를 측정한 결과 대조구인 *S. cerevisiae*를 사용한 반죽의 경우 5.67 ± 0.14 로 ,실험구인 *G. geotrichum* SJM-59를 사용한 반죽의 5.39 ± 0.11 보다 높게 나타났다. 즉, *G. geotrichum* SJM-59 균주는 발효시 많은 유기산을 생산하였고, 이로 인하여 실험구가 대조구보다 낮은 pH의 유의적 차이를 갖는 것으로 나타났다. 밀도는 반죽의 팽창정도와 제품의 향과 색에 영향을 미치는데, 대조구는 1.052 ± 0.041 로 나타났고, 실험구는 1.053 ± 0.037 로 유의적 차이는 나타나지 않았다. 반죽의 발효 팽창력의 경우 30분 경과시 대조구는 144.12 ± 2.11 , 실험구는 139.74 ± 1.13 , 최종 60분 경과시 대조구는 151.75 ± 3.14 , 실험구는 152.49 ± 4.99 로 나타났으며, 이를 통해 초기에는 실험구가 대조구에 비해 팽창력이 유의적으로 낮았으나, 발효 30분이 지나면서 발효속도가 증가하였고, 최종 발효시 유의적 차이가 없었음을 보여준다.

수율의 경우는 대조구 1.089 ± 0.027 , 실험구 1.088 ± 0.028 로 유의적 차이가 없었다. 또한 굽기 손실율의 경우 대조구 9.450 ± 0.175 , 실험구 9.462 ± 0.180 로 역시 유의적 차이가 없었다. 이는 식빵의 중량에 차이가 없었기 때문으로 보인다.

다음으로 *S. cerevisiae* 와 *G. geotrichum* SJM-59를 이용하여 제조한 반죽을 오븐에 구워 나온 완성된 각각의 대조구와 실험구 식빵의 품질특성을 비교 분석하였다. 식빵의 PH는 반죽의 PH와 마찬가지로 대조구 7.87 ± 0.09 , 실험구 5.63 ± 0.08 로 *G. geotrichum* SJM-59를 이용하여 완성한 실험구 식빵의 PH가 대조구 식빵의 PH보다 현저히 낮은 유의적 차이가 나타났다.

식빵의 비용적은 대조구 5.271 ± 0.18 , 실험구 5.284 ± 0.17 로 큰 유의적 차이는 나타나지 않았다. 하지만, 비용적이 높을수록 반죽 및 발효시 글루텐 형성에 의해 air cell이 균일하게 고루 발생하여 탄력있는 빵이 만들어지는데, 실험구가 대조구에 비해 좀더 탄력성이 있을 것으로 추정된다.

식빵의 색도는 표면(crust)와 내부(crumb)의 경우 L-value crust-대조구 73.98 ± 3.02 , 실험구 74.22 ± 3.18 , crumb-대조구 86.11 ± 1.81 , 실험구 86.20 ± 2.04 로 유의적 차이가 없었다. a-value에서 crust-대조구 10.79 ± 1.05 , 실험구 10.14 ± 1.17 , crumb-대조구 1.82 ± 0.47 , 실험구 1.86 ± 0.85 로 유의적 차이가 없었다. b-value에서 crust-대조구 34.16 ± 1.78 , 실험구 33.86 ± 1.04 , crumb-대조구 22.59 ± 1.07 , 실험구 22.83 ± 1.23 로 유의적 차이가 없었다.

식빵의 물성에서 조직감을 측정한 결과 hardness, gumminess, cohesiveness는 대조구와 실험구 간에 유의적 차이가 나타나지 않았으나, springness는 대조구 0.98 ± 0.019 , 실험구 1.12 ± 0.014 로 실험구가 약간 높았다. chewiness도 대조구 80.25 ± 8.71 , 실험구 86.19 ± 7.32 로 역시 실험구가 약간 높았다.

관능검사 결과 대조구와 실험구에서 식빵의 외관, 질감, 맛, 색등에선 유의적 차이가 없는 걸로 나타났으며, 향기에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 식빵의 수분 함량 변화는 30°C 에 3일간 저장하여 측정한 결과 14시간이 경과되면 식빵의 수분 함량이 급격히 감소하였고, 이후에는 완만하게 감소하는 걸로 측정 되었다. 실험구와 대조구 사이엔 유의적 차이가 없었다.

저장기간 중 식빵의 경도 변화를 보면, 저장 기간이 증가하면서 식빵의 경도는 유의적으로 높아졌으나, 발효원에 따른 두 대조구와 실험구 간엔 유의적 차이가 관측되지 않았다.

【참고문헌】

1. 국내문헌

- 강미정. (2002). 「민들레 잎분말 첨가에 따른 기능성 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 9(2), pp.221-227.
- 강우원, 김귀영, 김종국, 오상룡. (2000). 「감잎분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 16, pp.336-341.
- 강효진. (2004). 「Galactomyces geotrichum SJM-59를 이용한 고농도 셀레늄 효모배양」. 충남대 대학원, p.9.
- 고상희, 빙동주, 전순실. (2013). 「신안 섬초(시금치) 분말을 대체한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 42, pp.766-773.
- 김경태, 최아름, 이경석, 정용면, 이기영. (2007). 「천년초 선인장 분말을 첨가한 우리밀 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 23, pp.461-468.
- 김영애. (2005). 「구기자 분말의 첨가가 옐로우 레이어 케이크의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국식품영양과학회지』, 34(3), pp.403-407.
- 김정란, 최옥자, 심기훈. (2005). 「발효차 가루를 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 34, pp.869-874.
- 김준한, 최명숙, 문광덕. (2000). 「볶음 홍화씨 분말첨가 식빵의 품질특성」, 『KOREAN J. POSTHARVEST SCI. TECHNOL』, 7, pp.80-83.
- 김청규. (2012). 「Galactomyces geotrichum SJM-59를 발효원으로 사용한 신규 기능성대두단백가공품 개발」, 충남대학교 대학원, pp.11-16.

- 남주현, 하상철, 김재근. (2003). 『식품미생물학』. 도서출판신정, pp.25-40.
- 모은경, 이선영, 제갈성아, 성창근. (2007). 「Phichia anomala SKM-T와 Galactomyces geotrichum SJM-59첨가가 배추김치 발효에 미치는 영향」, 『한국식품저장유통학회지』, 14, pp.94-99.
- 문혜경, 한진희, 김준한, 김귀영, 강우원, 김종국. (2004). 「꽃감 열수추출물을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 33, pp.723-729.
- 박미경, 이광석, 이경희. (2008). 「쌀가루의 입도에 따른 쌀 식빵의 품질 특성」, 『동아시아식생활학회지』, 5, p.94.
- 박우포, 조성환, 이승철, 김성용. (2008). 「매실분말 및 매실농축액을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.682-686.
- 배종호, 배만중, 손동화, 정인창, 권오진, 우희섭, 김기주. (2008). 『제과·제빵학』. 형설출판사, pp.15-16.
- 빈동주, 전순실. (2013). 「한라봉 분말을 첨가한 식빵의 제빵 특성과 소비자 검사」, 『한국식품영양과학회지』, 42(2), pp.306-312.
- 신길만. (2012). 『제과·제빵 재료학』. 교문사, p. 261.
- 신길만. (2008). 『세계 음식·빵문화 기행』. 도서출판 효일, pp.17-18.
- 신길만, 김동영. (2008). 「당귀 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회지』, 15, pp.497-504.
- 신길만, 노한승. (2010). 『식품전공자를 위한 제과제빵재료학』. 신광출판, pp.224-225.
- 신동선, 박혜영, 김명희, 한귀정. (2011). 「감 과피 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 27, pp.589-597.
- 신언환, 김소미, 박천석. (2003). 「김치 유산균으로 제조한 preferment 첨가 수준에 따른 white pan bread의 품질 특성」, 『한국식품과학회지』,

35, pp.1193-1198.

- 윤미숙, 이정훈, 이시경. (2010). 「Lactobacillus helveticus ATCC 55163과 Propionibacterium acidipropionici 5020로 배양한 유청발효물이 빵의 품질특성에 미치는 영향」, 『한국축산식품학회지』, 30, pp.458-465.
- 윤미향, 조지은, 김다미, 김경희, 육홍선. (2010). 「버찌 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품영양과학회지』, 39, pp.1340-1345.
- 이계준. (2002). 『발효미생물학』. 라이프 사이언스, p.3.
- 이삼빈, 고경희, 양지영, 오성훈, 김재근. (2004). 『발효 식품학』, 도서출판 효일, p.22.
- 이순목, 박금순. (2011). 「자색고구마 첨가 식빵의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 27, pp.1-16.
- 이용규, 고원방, 신승녕, 정순경. (2011). 『표준 제빵 이론』. (주)비앤씨월드, pp.8-10.
- 이예경, 박인경, 김순동. (2001). 「김치 숙성 관련 젖산균이 식빵의 품질에 미치는 영향」, 『동아시아식생활학회지』, 11, pp.379-385.
- 이정훈, 최미정, 정구춘, 이시경. (2012). 「유청발효물을 첨가한 반죽 레올로지 및 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 32, pp.803-809.
- 이종열, 이시경, 조남지, 박원중. (2003). 「천연제빵 발효 Starter의 개발」. 『한국식품영양과학회지』, 32, pp.1245-1252.
- 장준형, 안재범. (1996). 「빵의 품질에 미치는 유산균의 영향」, 『한국식품영양학회지』, 9, pp.509-515.
- 정용면, 강갑석, 우희섭, 정준영, 강난기, 서홍원, 정은성. (2010). 『제과-제빵 재료학』. 광문각, pp.154-156.
- 정진웅, 박기재. (2006). 「탁주 분말을 첨가한 식빵의 품질 특성」, 『한국식품과학회지』, 38, pp.52-58.

- 조남지, 김영호, 안호기, 신승녕, 황윤경. (2006). 『제과제빵 재료학』, (주)비앤씨월드, p.165.
- 조일재. (2009). 「Galactomyces citiri-aurantii에서 분리된 Pectinase 유전자의 Phichia pastoris에서 기능적 발현」. 중앙대 대학원, p.10.
- 정창호, 조현제, 심기환. (2006). 「클로렐라를 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품저장유통학회』, 13, pp.465-471.
- 정현채, (2008). 「Sourdough를 이용한 제빵의 특성」, 『한국식품과학회지』, 40, p.644.
- 차욱진, 이시경, 이정훈, 조남지. (2004). 「Lactobacillus acidophilus로 발효시킨 밀가루 발효물의 특성」, 『한국식품과학회지』, 36, pp.116-122.
- 최순남, 정남용. (2007). 「메밀가루를 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국조리과학회지』, 23, pp.664-670.
- 최순남, 김현정, 정남용. (2012). 「파프리카 분말을 첨가한 식빵의 품질특성」, 『한국식품조리과학회지』, 28(6), pp.839-846.
- 채동진. (2001). 「빵의 역사와 분류」. 『베이커리』, 11, pp.172-174
- 파티시에. (2011). 『빵·과자 백과사전』, 비앤씨월드, p.532.
- 한영숙, 박인숙, 범봉수, 강명화, 윤진아, 박훈, 박한나, 권기한. (2012). 『Fermented Food : 발효식품』. 파워북. pp.11-17.
- 홍정훈, 김경자, 방극승. (2000). 「Bifidobacterium infantis 및 Streptococcus thermophilus가 밀가루 반죽의 물성적 성질에 미치는 영향」, 『한국조리과학회지』, 16, pp.22-26.
- 홍정훈, 김경자. (2001). 「Enterococcus sp.와 Lactobacillus sp. 첨가 sour dough로 제조된 보리식빵의 품질특성. 1. 보리가루에서 분리한 균주의 동정 및 반죽의 물성적 특성」, 『한국식생활문화학회지』, 16,

pp.354-360.

홍정훈, 안덕준. (2002). 「Bifidobacterium sp.로 제조된 반죽의 물성적 특성」, 『한국식생활문화학회지』, 17, pp.165-170.

홍태희, 김동청, 김재근, 송형익, 장명호, 하상철. 『New 발효식품학』. 지구문화사, p.13-16.

2. 국외문헌

- AACC. 2000. *Approved methods of the AACC*. MN, USA, The American Association of Cereal Chemists.
- Kim, N. J., & Ji, G. E. (2005). “Action mechanism and clinical effects”. *Pediatrallergy Respir Dis (Korea)*, 15, pp.327–343.
- Parker, R. B. (1974). “Probiotics, the other half of the antibiotic story”. *Annual Nutr Health*, 29, pp.4–8.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., Rossi, J., Damiani, P. (1998), “Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria: Identification of a mixture of organic acids produced by *Lactobacillus sanfrancisco* CB1”, *Appl. Microbiol. Biot.* 50, pp.253–256.
- Cho, H. S., Park, B. H., Kim, K. H. and Kim, H. A. (2010). “Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder”. *Korean Society of Food Culture*, 21, pp.541–549.
- Choi, I. D., & Choi, W. S. (2010). “Effects of Kokja as a fermentation starter on sponge-and-dough bread properites”. *Journal of Korean Society Applied Biological Chemistry*, 53, pp.50–55.
- Daigle, P., Gélinas, P., Leblanc, D., Morin, A. (1999). “Production of aroma compounds by *Geotrichum candidum* on waste bread crumb”. *Food Microbiology*, 16, pp.517–522.
- Danaka, K. B. (1994). “Science of Baking Process(In Japanese)”, *Kwang Lim Publisher*, Tokyo, Japan, pp.151–158

- De Hoog, G. S. (1996). "Risk assessment of fungi reported from humans and animals". *Mycoses*, 39, pp.407–417.
- Doerry, W. (1998). "Sourdoughs and breads". In *Technical Bulletin. American Institute of Baking*. Vol XX, Ch 7, pp.1–3.
- EFSA. (2009). "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, p.93.
- Fuller, R. (1989). "Probiotics in man and animals", *J. Appl. Bacteriol.* p.66.
- Hong, J. H., Kim, K. J. (2001a), "Effect of prepared by Enterococcus sp. and Lactobacillus sp. on the quality of barley bread. I. Identification of bacterial strain from barley powder and rheological properties of sourdough", *Korean J Dietary Culture* 16, pp.354–360.
- Huis in't Veld, J. H. J. and Havenar, R. (1991), "Probiotics and health in man and animal", *J. Chem. Techn. Biotechnol.* 51, pp.562–567.
- Kim, K. H. & Ko, Y. T. (1987). "Study on growth and acid production by lactic acid bacteria in soy milk", *Korean J. Food Sci. Technol.* 19, pp.151–156.
- Leuschner, R. G. K., Robinson, T. P., Hugas, M., Coconcelli, 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. (2010). "Qualified presumption of safety (QPS): A generic risk assessment approach for biological agents notified to the European Food Safety Authority (EFSA)". *Trends in*

Food Science and Technology, 21, pp.425–435.

- Linko, Y.Y., Javanainen, P., Linko, S. (1997). “Biotechnology of bread baking”, *Trends Food Sci. Technol.* 8, pp.339–344.
- Messens, W., Vuyst, L. D. (2002), “Inhibitory substance produced by Lactobacilli isolated from sourdough—A review”, *Int. J. Food Microbiol.* 72, pp.31–43.
- Mo E. K., Kang, H. J., Lee, C. T., Xu, B. J., Kim, J. H., Wan,g Q. J., Kim, J. C., and Sung, C. K. (2003). “Identification of phenylethyl alcohol and other volatile flavor compounds from yeasts, *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59”. *Journal of Microbiology and Biotechnology* , 13, pp.800–808.
- Mo, E. K., Lee, J. H., Xu, B. J. Sung, C. K. (2004), “Identification of yeasts from Korean feces and prerequisite characterization for preparation of probiotics”, *Food Sci. Biotechnol.*, 13, pp.63–70
- Mo, E. K., Lee, M. R., Lee, S. Y., Kim, J. C., Sung, C. K. (2005), “Surface characteristics and adhesive properties of *Pichia farinosa* SKM-1, *Pichia anomala* SKM-T, and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 for preparation of probiotics”, *Food Sci. Biotechnol*, 14, pp.493–497.
- Mo Eun Kyoung, Sung Chang Keun, (2005). “Effect of *Pichia anomala* SKM-T and *Galactomyces geotrichum* SJM-59 dipping on sensory quality of strawberry”, *Food science and biotechnology*, 14, pp.487–492.
- Pyler, E. J. (1979). “Physical and chemical test method. Baking science and technology”. 2nd ed., *Sosland Publication Company, Kansas, USA*. pp.891–895.

- Sugihara, T. F., Kline, N., Miller, M. W. (1971). "Microorganisms of the San Francisco sourdough bread process", *Appl. Microbiol.* 21, pp.456-458.
- Westall, S. and Filtenborg, O. (1998). "Yeast occurrence in Danish feta cheese". *Food Microbiology*, 15, pp.215-222.
- Wyder, M. T., Bachmann, H. P., and Puhon, Z. (1999). "Role of selected yeasts in cheese ripening: An evaluation in foil wrapped Raclette cheese". *LWT-Food Science and Technology*, 32, pp.333-343.
- Wang, H. L., Karidej, L., Hesseltine, C. W. (1974). "Lactic acid fermentation of soybean milk", *J. Milk Food Technol.* 37, pp.71-73.

ABSTRACT

The Food Quality Characteristics of Bread Leavened with *Galactomyces Geotrichum* SJM-59 as Fermentation Fungi

Park, Byoung, Ku

Major in Food Service Management

Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant
Management

Graduate School of Business Administration

Hansung University

Among the many favorite food of modern people, bread is widely used as staple food and side dish. This paper is to study leavened bread made with *Galactomyces geotrichum* SJM-59 as fermentation fungi for our health with the emphasis on characteristics research.

The pH of dough was significantly lower than the pH of dough leavened with *Saccharomyces cerevisiae*, but the density, fermentation tension, yield rate, and baking loss rate showed no significant difference between the two experiment groups and the control group.

The pH of bread was also significantly lower than the experiment groups result, leavened with *G. geotrichum* SJM-59. The direct cause of this result is that the *G. geotrichum* SJM-59 produces more organic acids during the fermentation process. There was no significant difference between the two experiment groups and the

control group in terms of the bread's specific volume and chromaticity.

In terms of texture, hardness, gumminess, and cohesiveness, there were no differences between the bread leavened with *S. cerevisiae* and *G. geotrichum* SJM-59. On the other hand, springness showed rather higher than the bread leavened with *G. geotrichum* SJM-59, and chewiness showed slightly higher than the group leavened with *G. geotrichum* SJM-59.

As a result of sensory test, the two experiment groups and the control group had no significant difference in terms of appearance, texture, taste, and color, but there was a clear difference in smell. This is because *G. geotrichum* SJM-59 is rich in organic acid fermentation.

The two experiment groups and the control group showed no significant difference in the change of moisture and hardness during the preservation period.

The above findings are expected to motivate the study of using *G. geotrichum* SJM-59 yeast for healthy fermented foods.

【Keywords】 *Galactomyces geotrichum* SJM-59, *Saccharomyces cerevisiae*, pH, Density, Fermentation Tension, Yield Rate, Baking Loss Rate, Specific Volume, Chromaticity, Texture, Sensory Test, Moisture, Hardness